



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE DE TABLEROS  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN, CASO  
DE ESTUDIO MICROEMPRESA HERRAJES Y TABLEROS  
PILATASIG”.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autores:**

Pilatasig Ilaquiche German Ruben  
Rivera Laguna Lourdes Guadalupe

**Tutor:**

Ing. MSc. Freddy Quinchimbla

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Pilatasig Ilaquiche German Rubén y Rivera Laguna Lourdes Guadalupe, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación **“Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig”**. Siendo el Ing.MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuna tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....  
Pilatasig Ilaquiche German Rubén  
C.I. 0503687022

.....  
Rivera Laguna Lourdes Guadalupe  
C.I. 1804880449


### AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig”, de Pilatasig Ilaquiche German Ruben y Rivera Laguna Lourdes Guadalupe** de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2021

El Tutor

  
QUINCHIMBLA PISUNA FREDDY EDUARDO  
PROFESOR (A) UTC

Ing. MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuna

C.C: 171931050-8

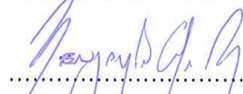
### APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitido por la Universidad Técnica De Cotopaxi, y por la facultad de las Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la carrera de Ingeniería Industrial; por la cual, los postulantes **German Rubén Pilatasig Ilaquiche**, con cedula de ciudadanía **050368702-2**, **Lourdes Guadalupe Rivera Laguna**, con cedula de ciudadanía **180488044-9**, con título de Proyecto de titulación : **“Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2021

Para constancia firman.



.....  
**Lector 1 (Presidente).**

**MSc. Benjamín Belisario Chávez Ríos**

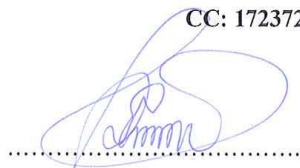
**CC: 1716760374**



.....  
**Lector 2. (Secretario)**

**MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza**

**CC: 1723727473**



.....  
**Lector 3**

**Msc. Milton Eduardo Herrera Tapia**

**CC: 0501503312**



Latacunga, 25 DE MAYO del 2021

Ing. Edison Salazar Cueva Msc.  
**DIRECTOR DE CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL CIYA UTC.**

**Presente**

**De mi consideración:**

Quien suscribe el presente SR. FRANCISCO PILATASIG con C.C.: 050153397-0; GERENTE PROPIETARIO DE LA MICROEMPRESA HERRAJES Y TABLEROS PILATASIG Después de expresarle un cordial y respetuoso saludo; además del deseo de bienestar, salud y fortaleza para Ud. su familia y todos quienes conforman la gran Universidad del Pueblo; me permito solicitar de la manera más comedida:

LA APROBACIÓN DEL TEMA: **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE DE TABLEROS PARA EL MEJORAMIENTO DE SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN, CASO DE ESTUDIO MICROEMPRESA HERRAJES Y TABLEROS PILATASIG** del SR. PILATASIG ILAQUICHE GERMAN RUBEN con C.C.: 050368702-2 y la SRTA. RIVERA LAGUA LOURDES GUADALUPE con C.C.: 180488044-9. MISMOS QUE YA TIENEN LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA PARA COMENZAR SU PROCESO DE INVESTIGACIÓN E INICIO DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE TITULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TESIS.

Por la gentil atención y trámite, expreso mi agradecimiento por su aprobación al presente.

**ATENTAMENTE,**

**“POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”**



SR. FRANCISCO PILATASIG  
GERENTE PROPIETARIO DE LA MICROEMPRESA HERRAJES Y TABLEROS PILATASIG  
C.C.: 050153397-0

v

v

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por un día más de vida por darme salud la sabiduría, fortalezas y que me permita culminar con éxito el final de mi carrera.

Agradezco a mis padres, José Pilatasig y Victoria Ilaquiche que siempre me apoyaron económicamente y emocionalmente, que a pesar de la situación que vivimos siempre se esforzaron para que pueda culminar con mi carrera.

Agradezco a todos los docentes que me han sabido guiar en todo mi proceso de preparación, siempre con la mayor disipación al estudiante.

**German Pilatasig.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi madre: INES LAGUA, por ser mi principal promotora de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado.

Agradezco a mis docentes de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión.

A mis amigos de vida Lorena, Danilo por el apoyo brindado durante toda la carrera universitaria compartiendo momentos buenos y malos dentro y fuera de las aulas motivándome a seguir siempre de pie, gracias por todo su apoyo y diversión.

**Rivera Lourdes**

## **DEDICATORIA**

Mi tesis la dedico con amor a mi Madre Victoria Ilaquiche, me ha enseñado a luchar por lo que se quiere, estoy eternamente agradecido por los valores positivos, optimismo y sobre todo la confianza que me ha brindado para poder culminar con mi carrera.

Mi Hermano Gustavo Pilatasig que siempre creyó en mí por la cual no rendirme, no renunciar, levantarme una y otra vez y enseñarme que en la vida nunca se renuncia a un sueño.

A mis amigos, compañeros que creyeron en mí para poder culminar con mi carrera universitaria.

**German Pilatasig**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo, sacrificio y la confianza que puso en mí en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar a cumplir todos mis sueños y anhelos, a mi abuela, hermanas, hermano, sobrinos y a mi tía por estar siempre presente, acompañándome, apoyándome moralmente a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano, A mis amigos (as) por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

**Rivera Lourdes**

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
AVAL DE LA EMPRESA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
ABSTRACT .....	xix
AVAL DEL ABSTRACC.....	xx
1.- INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.1.- EL PROBLEMA .....	2
2.1.1.- Situación problemática .....	2
2.1.2.- Formulación Del Problema .....	3
2.2.- OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	3
2.3.- BENEFICIARIOS .....	3
2.3.1.- Beneficiarios directos.....	3
2.3.2.- Beneficiarios Indirectos .....	4
2.4.- JUSTIFICACIÓN.....	4
2.5.- HIPÓTESIS.....	6
2.6.- OBJETIVOS .....	6
2.6.1 Objetivo General .....	6
2.6.2 Objetivo específico.....	6
2.7.- SISTEMA DE TAREAS .....	7
3.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
3.1.- INGENIERÍA INDUSTRIAL .....	9
3.2.- INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	9
3.3.- ESTANDARIZACIÓN.....	10
3.4.- ESTÁNDARES .....	11
3.5.- ESTUDIO DE TRABAJO .....	12
3.5.1.- ¿Cuál es la utilidad del estudio del trabajo? .....	12
3.5.3.- Procedimiento para el Estudio del Trabajo.....	13
3.5.4.- Relación entre Estudio del Trabajo y Productividad .....	14
3.6.- MEDICIÓN DEL TRABAJO .....	14
3.6.1.- Trabajador Calificado .....	15
3.6.2.- Métodos de Valoración .....	15
3.6.2.1.- Calificación de Velocidad .....	15
3.6.2.2.- El Sistema Westinghouse.....	15
3.6.2.4.- Escala de valoración .....	17

3.7.- Proceso.....	18
3.8.- Diagrama de Procesos .....	19
3.9.- Diagrama de flujo .....	19
3.10.- Estudio de tiempos.....	20
3.10.1.- Numero de muestras .....	21
3.10.2.- Desviación estándar TS .....	21
3.10.3.- Tiempo normal TN .....	22
3.11.- Métodos de tiempos y movimientos (MTM) .....	22
3.12.- Takt Time .....	23
3.13.- Balanceo de línea .....	23
3.13.1.- Eficiencia de la Línea.....	24
3.13.2.- Índice de productividad.....	24
3.13.3.- Número de operarios .....	24
3.14.- Problemas de producción.....	25
3.15.- Mejora Continua .....	25
3.16.- Requisitos.....	25
3.17.- Productividad .....	26
3.18.- Systematic Layout Planning (SLP) .....	26
3.18.1.- Objetivos del diseño de planta .....	27
3.18.2.- Fases de desarrollo .....	27
3.18.3.- Software Corelap .....	28
4.1.- Métodos de investigación:.....	28
4.1.1.- Método Inductivo .....	28
4.1.2.- Método Bibliográfico .....	29
4.2.- Tipo de investigación .....	29
4.2.1.- Exploratoria.....	29
4.2.2.- Descriptiva .....	30
4.2.3.- Explicativa .....	30
4.3.- Técnicas:.....	30
4.3.1.- Observación .....	30
4.3.2.- Toma de tiempos .....	31
4.3.3.- Investigación de campo.....	31
4.4.- Instrumentos:.....	32
4.4.1.- Diagrama de flujo .....	32
4.4.2.- Instructivo.....	32
4.4.3.- Cronometro .....	33
5.1.- Obtención de resultados en base al primer objetivo .....	33
5.1.1.- Introducción a la Microempresa .....	33
5.1.2.- Misión.....	34
5.1.3.- Visión.....	34
5.1.4.- Estructura Organizacional.....	34
5.1.5.- Funciones que cumplen el personal en el organigrama: .....	35
5.1.6.- Fichas Técnicas De La Maquinaria.....	36
5.1.7.- Análisis del área a estudiar .....	40
5.1.8.- Área de Estudio .....	45
5.1.9.- Distribución actual de la planta.....	45
5.1.10.- Maquinaria .....	46
5.1.11.- Descripción de partes.....	48
5.1.12.- Tope longitudinal .....	48
5.1.13.- Soportes de las piezas medias optimizados.....	48

5.1.14.- Support Grid .....	48
5.1.15.- Pupitre de mando .....	49
5.1.16.- Versión digital .....	49
5.1.17.- Super Cut .....	49
5.1.18.- Tope de cintas .....	50
5.1.19.- Aspiración TRK .....	50
5.1.19.- Diagrama de flujo .....	50
5.1.19.1.- Área de diseño .....	50
5.1.19.3.- Área de corte .....	52
5.1.19.4.- Área de acabado .....	53
5.1.19.5.- Área de control de calidad .....	54
5.1.19.6.- Diagrama de proceso de flujo .....	55
5.1.19.7.- Diagrama de Procesos.....	56
5.1.19.8.- Diagrama hombre maquina .....	57
5.1.19.9.- Especificaciones de calidad .....	59
<b>5.2.- Obtención de resultados en base al segundo objetivo .....</b>	<b>60</b>
5.2.1.- Estudio de tiempos .....	60
5.2.2.- Muestras.....	60
5.2.3.- Desviación estándar .....	62
5.2.4.- Tiempo promedio .....	63
5.2.5.- Método de valoración del ritmo de trabajo .....	64
5.2.6.- Tiempo normal .....	65
5.2.7.- Tiempo estándar.....	66
5.2.8.- Resumen de los tiempos estudiados.....	68
5.2.9.- Balance de la línea de corte .....	69
5.2.10.- Takt Time .....	69
5.2.11.- Representación gráfica del equilibrio de la línea de corte .....	70
5.2.12.- Número de estaciones NT .....	70
5.2.13.- Eficiencia de la Línea de corte .....	71
5.2.14.- Índice de productividad.....	71
5.2.15.- Numero de Operarios .....	72
5.2.16.- Productividad .....	72
<b>5.3.- Obtención de resultados en base al tercer objetivo .....</b>	<b>73</b>
5.3.1.- Optimización de corte indicación corte a corte para un despiece efectivo de tableros.....	73
5.3.2.- Dimensiones de la maquina.....	74
5.3.3.- Layout de la microempresa.....	75
5.3.4.- Diagrama de recorrido .....	75
5.3.5.- Descripción de la Hoja de Operación Estándar.....	76
5.3.6.- Diagrama de flujo propuesto .....	77
5.3.7.- Diagnóstico de los resultados de la propuesta .....	78
5.3.8.1.- Propuesta de distribución de la planta.....	78
5.3.8.2.- Propuesta de mejora de maquinaria .....	78
5.3.8.3.- Propuesta de capacitación de personal .....	78
<b>5.4.- Propuesta de distribución de la planta .....</b>	<b>79</b>
5.4.1.- Departamentos a analizar .....	79
5.4.2.- Datos de los departamentos.....	80
5.4.3.- Flujo de materiales.....	80
5.4.4.- Diagrama de relaciones .....	81
5.4.5.- Plan de distribución .....	82

5.4.6.- Análisis de distribución ideal de la planta .....	83
5.4.7.- FlexSim.....	86
5.4.7.- Simulación En FlexSim.....	86
5.4.7.- Simulación de la distribución propuesta .....	86
5.4.8.- Propuesta económica: .....	86
5.4.9.- Respuesta referente a la Hipótesis: .....	90
5.6.- Impacto (técnico, social, ambiental o económico).....	<b>90</b>
5.6.1.- Impacto Técnico .....	90
5.6.2.- Diagrama de flujo .....	90
5.6.3.- Impacto Social .....	90
5.6.4.- Impacto Ambiental .....	91
5.6.5.- Impacto Económico .....	91
5.7.- presupuesto para la propuesta del proyecto .....	<b>92</b>
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	<b>93</b>
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	<b>95</b>
8.- ANEXO .....	<b>97</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ingeniería Industrial. [1] .....	9
<b>Figura 2.</b> Tiempos y Movimientos. [4].....	9
<b>Figura 3.</b> La Estandarización. [6] .....	10
<b>Figura 4.</b> Estándares. [8].....	11
<b>Figura 5:</b> La Mejora Continua. [9] .....	11
<b>Figura 6.</b> Estudio del trabajo. [11].....	12
<b>Figura 7.</b> Utilidad del estudio del trabajo. [13] .....	12
<b>Figura 8.</b> Estudio de Trabajo. [13] .....	13
<b>Figura 9.</b> Medición del trabajo. [14].....	14
<b>Figura 10.</b> Velocidad de Trabajo. [16] .....	15
<b>Figura 11:</b> Objetivo de valoración. [17] .....	17
<b>Figura 12:</b> Proceso de corte de tablero. [18] .....	18
<b>Figura 13:</b> Proceso de corte de madera. [20].....	19
<b>Figura 14:</b> Conjunto de símbolos para el diagrama de procesos. [20] .....	19
<b>Figura 15:</b> Simbología del diagrama de flujo. [21] .....	20
<b>Figura 16:</b> Control del tiempo. [22] .....	21
<b>Figura 17:</b> Métodos de tiempos y movimientos. [22] .....	22
<b>Figura 18:</b> Takt Time. [23] .....	23
<b>Figura 19:</b> Balanceo de líneas. [23].....	23
<b>Figura 20:</b> Producción. [17] .....	25
<b>Figura 21:</b> Circulo de mejora continua. [24] .....	25
<b>Figura 22:</b> Etapas del Método Inductivo. [18] .....	28
<b>Figura 23:</b> Método Bibliográfico. [22] .....	29
<b>Figura 24:</b> Investigación Exploratoria. [26] .....	29
<b>Figura 25:</b> Descriptiva. [22] .....	30
<b>Figura 26:</b> Explicativa. [24] .....	30
<b>Figura 27:</b> Observación. [22] .....	31
<b>Figura 28:</b> Toma de tiempos. [27].....	31
<b>Figura 29:</b> Diagrama de Flujo. [28].....	32
<b>Figura 30:</b> Instructivo. [5] .....	32
<b>Figura 31:</b> Toma de tiempos. [17].....	33
<b>Figura 32:</b> Ubicación de la microempresa. ....	34
<b>Figura 33:</b> Organigrama .....	34
<b>Figura 34:</b> Ritmo de trabajo .....	40
<b>Figura 35:</b> Jornada de trabajo .....	41
<b>Figura 36:</b> Capacitaciones a los operarios.....	42
<b>Figura 37:</b> Distancia del trabajo .....	42
<b>Figura 38:</b> Método de trabajo .....	43
<b>Figura 39:</b> Manejo de herramientas y equipos .....	44
<b>Ilustración 40:</b> Tiempos muertos .....	45
<b>Figura 41:</b> Distribución de la planta.....	46
<b>Figura 42:</b> Sierra para tableros verticales .....	46
<b>Figura 43:</b> Inspección .....	47
<b>Figura 44:</b> Ficha Técnica [29] .....	47
<b>Figura 45:</b> Tope Longitudinal. [29].....	48
<b>Figura 46:</b> Soportes de las piezas. [29] .....	48
<b>Figura 47:</b> Support Grid. [29].....	49
<b>Figura 48:</b> Pupitre de mando. [29] .....	49

<b>Figura 49:</b> Super Cut. [29].....	49
<b>Figura 50:</b> Desviación Estándar .....	62
<b>Figura 51:</b> Grafico de control .....	63
<b>Figura 52:</b> Suplementos por descanso.....	66
<b>Figura 53:</b> Equilibrio de la línea.....	70
<b>Figura 54:</b> Panel digital. [30] .....	73
<b>Figura 55:</b> Dimensiones de la maquina [29] .....	74
<b>Figura 56:</b> Distribución ideal de la planta .....	82
<b>Figura 57:</b> Software Corelap 01 .....	83
<b>Figura 58:</b> Introducción de datos de departamentos en Corelap 01 .....	84
<b>Figura 59:</b> Ventana “Planteamiento” del software CORELAP 01 con relaciones entre departamentos.....	84
<b>Figura 60:</b> Presentación de resultados del software CORELAP 01 .....	85
<b>Figura 61:</b> Representación gráfica” del software CORELAP 01 .....	85
<b>Figura. 62:</b> Simulación de propuesta.....	86
<b>Figura. 63:</b> Toma de dimensiones de Maquinaria .....	97
<b>Figura. 64:</b> Inspección de la máquina.....	97
<b>Figura. 65:</b> Toma de tiempos. ....	98

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios directos de la microempresa.....	4
<b>Tabla 2:</b> Beneficiarios indirectos de la microempresa .....	4
<b>Tabla 3:</b> Variables de la Formulación de la Hipótesis.....	6
<b>Tabla 4:</b> Cuadro de Actividades .....	7
<b>Tabla 5:</b> Proceso básico de estandarización .....	10
<b>Tabla 6:</b> Sistema Westinghouse para medir el Ritmo del trabajo. ....	16
<b>Tabla 7:</b> Escala de valoración.....	17
<b>Tabla 8:</b> Fragmentos de un sistema de proceso productivo.....	18
<b>Tabla 9:</b> Tiempos de ciclo .....	21
<b>Tabla 10:</b> Descripción del puesto del trabajo .....	35
<b>Tabla 11:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 1 .....	40
<b>Tabla 12:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 2.....	41
<b>Tabla 13:</b> Cuadro de respuesta de pregunta 3.....	41
<b>Tabla 14:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 4.....	42
<b>Tabla 15:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 5.....	43
<b>Tabla 16:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 6.....	44
<b>Tabla 17:</b> Cuadro de respuesta de la pregunta 7.....	44
<b>Tabla 18:</b> Muestras de tiempos.....	60
<b>Tabla 19:</b> Muestras de tiempos.....	61
<b>Tabla 20:</b> Límite de control .....	63
<b>Tabla 21:</b> Valoración del ritmo de trabajo.....	64
<b>Tabla 22:</b> Ritmo de trabajo .....	65
<b>Tabla 23:</b> Suplementos de descanso aplicado en la microempresa .....	67
<b>Tabla 24:</b> Resumen del estudio de tiempos .....	68
<b>Tabla 25:</b> Detalle de tiempo laboral .....	69
<b>Tabla 26:</b> Formula del cálculo de Takt Time .....	69
<b>Tabla 27:</b> Dimensiones de la Maquinaria.....	74
<b>Tabla 28:</b> Departamentos de la microempresa .....	80
<b>Tabla 29:</b> Datos de superficie de cada departamento .....	80
<b>Tabla 30:</b> Diagrama de flujo de materiales.....	81
<b>Tabla 31:</b> Importancia de cercanías .....	81
<b>Tabla 32:</b> Diagrama de relaciones .....	82
<b>Tabla 33:</b> Distribución de la planta .....	82
<b>Tabla 34:</b> Presupuesto de actividades preliminares.....	87
<b>Tabla 35:</b> Impacto económico .....	91
<b>Tabla 36:</b> Costo de mano de obra .....	91
<b>Tabla 37:</b> Presupuesto del Proyecto de Investigación .....	92
<b>Tabla 38:</b> Presupuesto del Proyecto de Investigación .....	92



## INDICE DE ECUACION

<b>Ecuacion 1:</b> Cálculo para Desviación estandar. ....	22
<b>Ecuacion 2:</b> Cálculo para el Tiempo normal TN.....	22
<b>Ecuacion 3 :</b> Cálculo para el tiempo estandar Ts .....	22
<b>Ecuacion 4 :</b> Cálculo Takt Time.....	23
<b>Ecuacion 5:</b> Cálculo de la eficiencia de la linea .....	24
<b>Ecuacion 6:</b> Cálculo para el indice de Productividad.....	24
<b>Ecuacion 7:</b> Cálculo para la determinación de operadores.....	24
<b>Ecuacion 8:</b> Cálculo para la determinación de la productividad .....	26
<b>Ecuacion 9:</b> Formula del tiempo total .....	61
<b>Ecuacion 10:</b> Formula del tiempo maximo .....	62
<b>Ecuacion 11:</b> Formula del calculo del tiempo minimo.....	62
<b>Ecuacion 12:</b> Formula de calculo de tiempo promedio .....	64
<b>Ecuacion 13:</b> Formula de calculo de tiempo Normal .....	65
<b>Ecuacion 14:</b> Formula de calculo de tiempo estandar .....	67
<b>Ecuacion 15:</b> Formula de calculo de numero de estaciones .....	71
<b>Ecuacion 16:</b> Formula de eficiencia de corte .....	71
<b>Ecuacion 17:</b> Formula de eficiencia de corte real .....	71
<b>Ecuacion 18:</b> Formula de calculo de indice de productividad.....	72
<b>Ecuacion 19:</b> Formula de calculo operativo .....	72
<b>Ecuacion 20:</b> Formula de calculo de productividad .....	72
<b>Ecuacion 21:</b> Costo de mano de obra .....	91
<b>Ecuacion 22:</b> Costo diario del presupuesto del proyecto .....	92
<b>Ecuacion 23:</b> Cálculo de presupuesto estimado .....	92

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

**Título:** Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig”.

### RESUMEN

El objetivo de este proyecto es estandarizar el proceso de corte de tableros y generar una propuesta de distribución de la planta para la futura infraestructura de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, mediante la aplicación de diversas herramientas de ingeniería industrial, tales como métodos de análisis multicriterio, herramientas de distribución de planta y estudio de tiempos movimientos con el fin de optimizar el espacio físico y reducir los tiempos improductivos en su proceso de corte.

El estudio se inició con el levantamiento de la información de la situación actual de la microempresa, mediante la toma de datos relacionados con las características generales y se determinó una incorrecta distribución de la planta la cual generaba cuellos de botella en el proceso.

Seguidamente se procedió a realizar el análisis de los tiempos obtenidos de la muestra para su respectiva estandarización cabe recalcar que las muestras son tomadas antes de la redistribución de la planta donde se obtuvo un tiempo promedio de 28,55 minutos, un tiempo normal de 29,40 minutos y por último un tiempo estándar de 33,52 minutos.

Luego se procedió a generar alternativas de distribución de planta mediante la aplicación de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) y la aplicación del algoritmo de tipo constructor (CORELAP), la cual fue analizada mediante el método de análisis multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process) para obtener la mejor opción bajo ciertos criterios planteados.

La propuesta generada en este proyecto de investigación servirá como base para que el gerente de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig a fin de que a futuro aplique la nueva distribución de la planta con la cual se desea reducir los tiempos muertos en 57,48% con respecto al tiempo actual.

### **Palabras claves:**

Eficiencia, Métodos de trabajo, Estandarizar, Estudio de tiempos, Proceso, Desviación estándar.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**Title:** Standardization of the cutting process of boards for the improvement of its production line, case study of the micro enterprise “Herrajes y Tableros Pilatasig”.

**ABSTRACT**

The main of this project is to standardize the board cutting process and generate a plant distribution proposal for the future infrastructure of the microenterprise Herrajes y Tableros Pilatasig, through the application of several industrial engineering tools, such as multi-criteria analysis methods, plant distribution tools and movement time study in order to optimize the physical space and reduce unproductive times in the cutting process.

The study began with the collection of information on the current situation of the microenterprise, through the collection of data related to the general and I got wrong one distribution of the plant was determined, which generated bottlenecks in the process.

Next, an analysis was made of the times obtained from the sample was carried out for its respective standardization, note that the samples are taken before the redistribution of the plant was obtained where an average time of 28.55 minutes was obtained, a normal time of 29.40 minutes and finally a standard time of 33.52 minutes.

Then we proceeded to generate plant layout alternatives through the application of the SLP (Systematic Layout Planning) methodology and the application of the constructor type algorithm (CORELAP), which was analyzed by means of the AHP (Analytic Hierarchy Process) multi-criteria analysis method to obtain the best option under certain criteria.

The proposal generated in this research project will serve as a basis for the manager of the microenterprise Herrajes y Tableros Pilatasig so that in the future apply the new distribution of the plant with which it is desired to reduce downtime by 57.48% with respect to the current time.

**Key words:**

Efficiency, Work methods, Standardize, Time study, Process, Standard deviation.

## AVAL DEL ABSTRACC



CENTRO  
DE IDIOMAS

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: PILATASIG ILAQUICHE GERMAN RUBÉN Y RIVERA LAGUA LOURDES GUADALUPE**, cuyo título versa **“ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE DE TABLEROS PARA EL MEJORAMIENTO DE SU LÍNEA DE PRODUCCIÓN, CASO DE ESTUDIO MICROEMPRESA HERRAJES Y TABLEROS PILATASIG”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2021

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**MARCO PAUL  
BELTRAN  
SEMBLANTES**



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. BOLÍVAR MAXIMILIANO CEVALLOS GALARZADO  
CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 0910821669

## **1.- INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto**

Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig”.

### **Fecha de inicio:**

4-11-2020

### **Fecha de finalización:**

Agosto 2021

### **Lugar de ejecución:**

Provincia de Pichincha –cantón Quito-Parroquia Calderón

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

### **Proyecto de investigación vinculado:**

No Aplica

### **Equipo de Trabajo:**

Tutor: Ing. MSc. Freddy Eduardo Quichimbla Pizuña

Correo: freddy.quinchimbla@utc.edu.ec

### **Investigador 1:**

German Rubén Pilatasig Ilaquiche

Correo: german.pilatasig7022@utc.edu.ec

### **Investigador 2:**

Lourdes Guadalupe Rivera Laguna

Correo: lourdes.rivera0449@utc.edu.ec

### **Área de Conocimiento:**

07 Ingeniería industria y construcción / 072 Fabricación y procesos / 0722 Materiales (Vidrio, papel, plástico y madera)

**Área de conocimiento:** 07 Ingeniería industria y construcción

**Sub área de conocimiento:** 072 Fabricación y procesos

**Área específica de conocimiento:** 0722 Materiales (Vidrio, papel, plástico y madera)

### **Línea de investigación:**

La línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se enfoca con la cuarta línea:

- Procesos Industriales.

La línea de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial, se enfoca con la primera línea:

- Optimización de procesos productivos

La Sub líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial, se enfoca

- Diseño de procesos

## **2.- INTRODUCCIÓN**

### **2.1.- EL PROBLEMA**

#### **2.1.1.- Situación problemática**

La microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig se dedica al corte de tableros Aglomerados, MDF, Aglomerados con melanina y está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito en la parroquia Calderón, inicia sus actividades en el año 2016 con el propósito de brindar el servicio de corte de tableros a las pequeñas cerrajerías del sector para el armado de los muebles.

En el proceso de corte se presenta los siguientes defectos a partir de la recepción de la materia prima ya que la microempresa cuenta con dos bodegas a diferentes distancias la bodega número uno se encuentra a 17 metros del Área de corte y la bodega número dos a 2 metros las mismas que provocan pérdida de tiempo por el desplazamiento del material para realizar dicha actividad se necesita de dos trabajadores. Para la bodega número uno presenta las siguientes desventajas tiempo de desplazamiento al área de corte, deterioro del material por rozamiento o mala manipulación y falta de espacio para movilizar hacia el taller ya que la misma es utilizada para el parqueadero de los clientes.

El área de corte presenta defectos en el proceso se puede identificar la siguiente área crítica que es el cortado de los tableros en donde se puede visualizar a trabajadores que no tienen un desempeño rápido ya que retarda la entrega de productos a sus clientes, el espacio en donde se realiza el corte se encuentra con diferentes materiales que no facilitan la movilidad del trabajador por el cual se retarda al momento de llevar el tablero, el área seleccionada es la de corte donde se pudo visualizar que el trabajador utiliza la cortadora vertical para el cortado de tablero melamínico con la ayuda de un trabajador el mismo que interrumpe mucho al momento que tienen que realizar la actividad de enchapados de los maderos ya cortados con

la ayuda de la maquinaria Enchapadora, para tener una libre movilidad se debe adecuar bien la materia prima que en este caso sería los tableros ya que en este lapso existe pérdida de tiempos en la producción por lo cual genera un cuello de botella es decir aumenta el tiempo de corte además retrasa a las demás áreas productivas por lo cual reduce la eficiencia y generar retrasos en las entregas previas y aumentan inconformidades por parte del cliente.

### **2.1.2.- Formulación Del Problema**

La ausencia de la estandarización de proceso de cortes de tableros en la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, incide en la pérdida de productividad y retraso en la entrega del producto al cliente.

## **2.2.- OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

Nuestro estudio está basado en los lineamientos de la UNESCO, que pertenece al campo de la Industrial definida de la siguiente manera: 330000 Ciencias tecnológicas / 3310 Tecnología Industrial / 3310.06 Especificaciones del proceso / 3310.07 Estudio de tiempos de movimientos.

- **Objeto de Estudio:** “Estandarización del proceso de corte”

La investigación tiene como objeto de estudio el análisis de los procesos de corte de los tableros en la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig con la finalidad de indagar información sobre los procesos de corte que maneja la microempresa, con ello se determinará el aumento de la productividad, a través de la optimización de los tiempos.

- **Campo de Acción:** “Cobertura de las actividades en el proceso de corte que genera la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig”

Con el propósito de estandarizar el proceso de corte de tableros, que ayude a la microempresa a mejorar la eficiencia de tiempos y aumentar la productividad en los procesos de cortes de tableros, y por ende minimizar los tiempos muertos dentro del proceso la cual es importante conocer las actividades que forman parte del área de corte para determinar y dar solución a los problemas presentados.

## **2.3.- BENEFICIARIOS**

### **2.3.1.- Beneficiarios directos**

El presente proyecto que tiene como objetivo, la estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y tableros Pilatasig, pretende dar soluciones como también dar respuestas a necesidades dentro de la línea ayudando eficientemente a la toma de decisiones de la cadena interna de producción como los diferentes puestos de trabajo y a las diferentes áreas que

interactúan en la cadena general de producción como insumo, suministro, servicios o el propio sistema de gestión y control.

La estandarización del proceso de corte de tableros responde a múltiples necesidades que se manifiesta dentro del área, puesto que el presente proyecto aportara dando soluciones, a cumplir con las metas productivas que espera la línea de corte y los objetivos de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig

El objetivo planteado que se pretende alcanzar, brindara múltiples beneficios son a los diferentes puestos o estaciones de trabajo que tiene la línea de corte de tableros como también áreas internas que hace posible la cadena de producción.

**Tabla 1:** Beneficiarios directos de la microempresa

BENEFICIARIOS	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	GENERO	
			Masculino	Femenino
DIRECTOS	Gerente General	1	1	0
	Jefe de Producción	1	1	0
	Trabajadores de planta	5	4	1
Total, de beneficiarios directos		7	6	1

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 2.3.2.- Beneficiarios Indirectos

Son aquellos que participan externamente, ayudando de una u otra manera a fortalecer el enriquecimiento productivo de la microempresa, puesto que son los que interactúan constantemente estos pueden ser: ayudando a cumplir las expectativas

**Tabla 2:** Beneficiarios indirectos de la microempresa

BENEFICIARIOS	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	GENERO	
			Masculino	Femenino
INDIRECTOS	Consumidores	30	25	5
	Ferreterías	5	5	0
Total, de beneficiarios indirectos		35	30	5

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

Al mejorar la estandarización del proceso de corte de tableros los beneficiarios directos, como se observa en la tabla 1 es el Gerente General, los trabajadores, y los beneficiarios indirectos son los clientes de la microempresa de “Herrajes y Tableros Pilatasig”.

### 2.4.- JUSTIFICACIÓN

La microempresa “Herrajes y Tableros Pilatasig” se dedica al corte de tableros Aglomerados, MDF y Aglomerados con melamina en el cual nos enfocaremos en el tablero



Aglomerado con melamina ya que es un producto que tiene alta demanda y es el más solicitado por los clientes debido a los acabados de calidad y a la accesibilidad económica, el proceso general de corte no cuenta con un proceso Estandarizado por lo que los trabajadores realizan procesos descontrolados y no tienen un orden cronológico del tiempo empleado, lo cual ha dificultado la eficiencia, la calidad y el tiempo de entrega de los productos a los clientes, afectando la línea de producción y al personal que labora dentro de la microempresa. El desarrollo de este proyecto permitirá a la microempresa a tener múltiples mejoras en los procesos productivos dentro del área de corte para obtener una mayor productividad y a ser más competitiva en el mercado, para lo cual es muy importante obtener un buen corte a menor tiempo con un producto de calidad reduciendo los costos operativos y mejorando el control de los insumos y recursos que tiene la microempresa y así satisfacer la demanda de los clientes en el mercado. Dentro del sistema operativo de la microempresa se identificarán los factores internos y externos que inicialmente causan una productividad baja y con ello poder mejorar la eficiencia del proceso productivo. Para ello se realizará el estudio de tiempos de inactividad o considerados como pérdidas o cuellos de botella, a partir de ello se adaptará una nueva forma de corte a menor tiempo mediante la estandarización de los procesos, aprovechando la máxima utilización de mano de obra para aumentar la satisfacción del cliente realizando mejoras que se pueden implementar de la manera más rápida y sencilla.

La estandarización y el mejoramiento de la línea de producción en el área de corte ayudará en el proceso de cortado del tablero aglomerado con melamina a fortalecer el proceso productivo y trabajando con las distintas áreas para aumentar la productividad, eficiencia y calidad donde se beneficiará tanto a la microempresa y los clientes internos y externos que tiene la misma. La Propuesta de la Estandarización y su respectivo estudio ayudarán a dar mejores usos del recurso que tiene la microempresa y aprovechar el potencial de los trabajadores, maquinaria dentro de la microempresa, con la finalidad de realizar una nueva redistribución de planta, se propuso una simulación de distribución de la planta en el software corelap 01.

Para realizar la siguiente propuesta de investigación se sustenta en los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria de Ingeniería Industrial, así como también en la utilización de las diferentes herramientas para el cumplimiento de los objetivos propuestos y una correcta ejecución del proyecto investigativo.

## 2.5.- HIPÓTESIS

La estandarización del proceso de corte de tableros de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, permitirá aumentar los niveles de eficiencia y productividad generando menores costes para la microempresa.

**Tabla 3:** Variables de la Formulación de la Hipótesis

Variables de la Formulación de la Hipótesis	
<b>V. Dependiente</b>	Procesos de corte de los tableros
<b>V. Independiente</b>	Estudio de tiempos y movimientos.

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

## 2.6.- OBJETIVOS

### 2.6.1 Objetivo General

- Estandarizar el proceso de corte de tableros para el mejoramiento de la línea de producción de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig.

### 2.6.2 Objetivo específico

- Caracterizar los procesos de corte de tableros para la identificación de fallas innecesarias.
- Realizar un estudio de tiempos de corte para su estandarización en la línea de corte a través de toma de tiempos por actividad realizada por el operario.
- Proponer mejoras en el área de corte para tener una mayor eficiencia de la producción y propuesta de distribución de la planta aplicando el software CORELAP

01

## 2.7.- SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 4:** Cuadro de Actividades

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Medios de verificación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterizar los procesos de corte de tableros para la identificación de fallas. innecesarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visita e observación de la microempresa e instalaciones del taller.</li> </ul>	Recopilación de la información de cómo está constituido la microempresa.	<p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación</li> <li>➤ Investigación de campo</li> <li>➤ Encuestas</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Edraw Max</li> <li>➤ BizAgi</li> <li>➤ Excel</li> <li>➤ Microsoft Word</li> <li>➤ Cinta métrica</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de los procesos de la línea de producción para el corte de tableros.</li> </ul>	Diagrama de Proceso. Diagrama de Flujo de procesos. Diagrama de flujo por áreas. Layout. Diagrama Hombre Maquina	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la calidad de la materia prima basada a la normativa INEN.</li> </ul>	Especificaciones técnicas duraplac melanina.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de los datos tiempos y movimientos.</li> </ul>	Matriz de registro de datos.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un estudio de tiempos de corte para su estandarización en la línea a través de toma de tiempos por actividad realizada por el operario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toma de tiempos cronometrados por cada actividad realizada por el operario en área identificada.</li> </ul>	Tabla de muestras de Tiempos.	<p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación</li> <li>➤ Investigación de campo</li> <li>➤ Fórmulas matemáticas</li> <li>➤ cronometro</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Check list</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de fórmulas para determinar tiempo total, Cálculo de la desviación estándar, LCS, LCI.</li> </ul>	Hoja de cálculos de tiempos.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de fórmulas para la</li> </ul>	Hoja de cálculos de tiempos.	

	determinar Tiempo Promedio, Tiempo Normal, Tiempo Estándar, Tack Time		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cronometro</li> <li>➤ Excel</li> <li>➤ Word</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer mejoras en el área de corte para tener una mayor eficiencia de la producción y propuesta de distribución de la planta aplicando el software CORELAP 01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar cálculos de la eficiencia del proceso propuesto</li> </ul>	Eficiencia del proceso actual y mejorado	<b>Técnicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación</li> <li>➤ Fórmulas matemáticas</li> </ul> <b>Instrumentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Check list</li> <li>➤ Excel</li> <li>➤ Word</li> <li>➤ Corelap</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de mejora dentro de la microempresa.</li> </ul>	Propuesta de redistribución de la planta aplicando el software Corelap. Layout mejorado. Estandarización con tiempos estimados.	

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### **3.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1.- INGENIERÍA INDUSTRIAL**

La ingeniería industrial es una de las ramas que nos ayudan a optimizar recursos, procesos con el fin de reducir costes para incrementar la productividad y mejorar su línea de producción aprovechando todos los recursos que tiene la entidad a su vez el potencial del trabajador u operador. [1]

La Ingeniería Industrial tiene por concepto que es una de las ingenierías que tiene como fin el análisis e interpretación, como diseño y control de sistemas productivos e logísticos con la finalidad de implementar o gestionar estrategias de optimización para así lograr el máximo rendimiento. [2]



**Figura 1.** Ingeniería Industrial. [1]

#### **3.2.- INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Es una rama de la ingeniería industrial que tiene como fin incrementar la productividad dentro de una entidad, industria, empresa entre otros, con los mismos recursos que posea la entidad para ello se realiza un estudio sistemático y critico dentro de su línea de producción como operaciones, procedimientos y los métodos de trabajo. [3]

Dentro de la materia de producción es de suma importancia la ingeniería de métodos nos ayuda a determinar los métodos que sean capaces de calcular la producción a su vez medirla, en donde se puede interpretar el tiempo que se tarda en producirse. [4]



**Figura 2.** Tiempos y Movimientos. [4]

Esto ocurre principalmente porque la productividad siempre está mejorando por el avance tecnológico y la mejora continua. En la actualidad la productividad diferencial se lo conoce como la innovación tecnológica que permite o mantienen competitividad en el mercado. [5]

### 3.3.- ESTANDARIZACIÓN

La estandarización, también conocida como estudio de tiempos es un proceso determinado con una serie de normas o regla, referencias se le considera como estándar, el contexto al que hagamos referencia se considera estandarizado a un proceso mediante el que se pretende la ordenación y la adaptación de este a las normas establecidas por el estándar que nos ayudaran a mejorar el proceso. [6]



Figura 3. La Estandarización. [6]

Tabla 5: Proceso básico de estandarización

ACCIONES	DESCRIPCIÓN
<b>Lineamientos estratégicos</b>	En esta parte se anuncia las directrices que los involucrados deben tener en razón al desarrollar las actividades para a obtener el objetivo.
<b>Diagramas e imágenes</b>	Con el fin mejorar la comprensión de las actividades consignadas en el estándar, puede elaborarse un diagrama del proceso.
<b>Registros</b>	Se redirigen los registros o datos que deben ser identificados en el proceso.
<b>Herramientas y formatos utilizados</b>	Se señalan las herramientas o formatos utilizados para empezar las actividades necesarias para calcular el estándar; estos deberán ser acompañados por una resolución para entender su actividad.

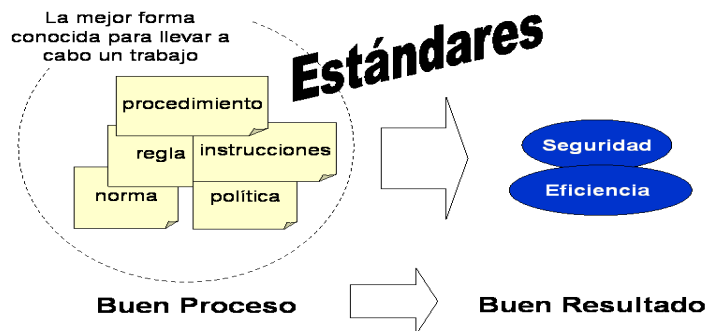
La estandarización del trabajo consiste en establecer un acuerdo de la mejor forma de realizar algo, en consecuencia, cada vez que se encuentra una mejor forma de hacerlo, se debe modificar el estándar y absorber ese conocimiento.

Herramientas para estandarizar actividades:

- Diagramas (fotos, formatos, flujo, proceso). [7]

### 3.4.- ESTÁNDARES

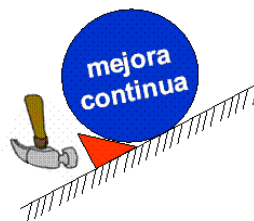
Los estándares son especificaciones que nos ayudan a identificar y mostrar cómo debe desarrollarse una actividad determinada, también se refiere a la uniformidad de las características de un objeto, o a un patrón o modelo para su producción en donde participan un grupo de personas. [8]



**Figura 4.** Estándares. [8]

Los estándares es el resultado final de estudio de la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una tarea determinada, con la debida importancia del cansancio, fatiga y las demoras imprevistas del personal. [9]

El estándar es la cuña que asegura que una vez mejorado el proceso no haya vuelta atrás



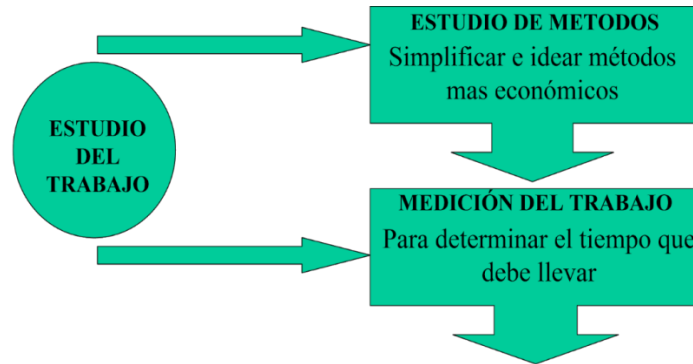
**Figura 5:** La Mejora Continua. [9]

Los objetivos más importantes de los métodos y estándares de trabajo.

- Incrementar la productividad y la confiabilidad en la confianza del producto.
- Reducir los costos unitarios, lo cual permite que se produzca más bienes y servicios con excelente calidad para más clientes. [10]

### 3.5.- ESTUDIO DE TRABAJO

Utiliza métodos para realizar las actividades con la finalidad de optimizar la utilización del recurso que contenga la entidad y de establecer estándares de rendimiento con respecto a la tarea de trabajo. El estudio de trabajo es muy indispensable para el ingeniero industrial porque nos ayuda a identificar las actividades que realiza el trabajador. [11]



**Figura 6.** Estudio del trabajo. [11]

El desarrollo de esta actividad a evaluar sistemática de los métodos para realizar actividades que tiene una entidad con el fin de optimizar y mejorar la utilización eficaz de los insumos a su vez de implantar normas de producción con respecto a las actividades que se están realizando. [12]

El Estudio del Trabajo es la combinación del estudio del método y medición del trabajo con la finalidad de aumentar la productividad.

- **Estudio de métodos:** Estudia el análisis de las operaciones, movimientos, procesos planificación, diseño y desarrollo de la empresa.
- **Medición del trabajo:** Estudia, aplica y cuantifica las técnicas para determinar el tiempo de las actividades que invierte un trabajador en llevar a cabo una tarea definida. [13]

#### 3.5.1.- ¿Cuál es la utilidad del estudio del trabajo?

El análisis de la tarea da resultados porque es sistemático donde identifica los problemas como para buscarles solución. Pero el estudio sistemático requiere duración y se recomienda en todas las empresas a su vez las pequeñas la persona o la que manda no puede encargarse del estudio del trabajo. [13]



**Figura 7.** Utilidad del estudio del trabajo. [13]



El estudio del trabajo es útil porque:

- Ayuda a aumentar la productividad de una entidad mediante una reorganización del trabajo.
- Es sistemático en donde no podemos pasar por alto ninguno de los factores que podría afectar la eficiencia de una operación, ni al momento de crear una nueva recolección de datos.
- Es el método más exacto y se lo conoce por establecer normas de rendimiento en las que depende la planificación, control que son eficaces en la producción.

### 3.5.2.- ¿Cuál es el objetivo del Estudio del Trabajo?

El objetivo del Estudio del Trabajo nos ayuda a examinar el trabajo humano en todas las dimensiones como investigar los factores que pueden influir en la eficiencia de su desempeño con la finalidad de incrementar la productividad sin recurrir a cantidades grandes capital o exigir un mayor esfuerzo a la mano de la obra. [13]



**Figura 8.** Estudio de Trabajo. [13]

En el Estudio del Trabajo se puede tocar temas diversos como:

- Productividad
- Condiciones del Trabajo
- Métodos de Trabajo
- Diagramas de Procesos
- Aplicación de Métodos

### 3.5.3.- Procedimiento para el Estudio del Trabajo

Para realizar un estudio de trabajo se siguen los siguientes pasos:

1. Registrar o recolectar los datos relevantes de la tarea o actividad realizada.
2. Examinar los hechos que se registran con espíritu crítico con la finalidad de poder justificar.

3. Establecer el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias existentes y utilizando las diversas técnicas de gestión.
4. Evaluar los resultados obtenidos con el nuevo método.

Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente que tardar, exponer los nuevos métodos. [13]

### **3.5.4.- Relación entre Estudio del Trabajo y Productividad**

La productividad tiene como referencia la producción obtenida así mismo los insumos utilizados para obtenerla, esto se da en una correlación inversamente proporcional. Esto se da en un aumento en la producción en una situación de uso constante de los recursos de la entidad genera una mejor productividad, a su vez, una reducción en los recursos en empleados igualmente aumenta la productividad. [13]

### **3.6.- MEDICIÓN DEL TRABAJO**

La evaluación del desempeño se sustenta en técnicas las cuales pretende medir la duración que se invierte un operario experimentado en el cumplimiento de su tarea. Él tipo de medición tiene como objetivo conocer el tiempo de fabricación de un producto y de esta manera se puede optimizar la producción. [14]



**Figura 9.** Medición del trabajo. [14]

La medición del trabajo permite investigar, disminuir y luego eliminar el tiempo improductivo conocido también como cuello de botella o el tiempo el cual no se ejerce ninguna actividad por el motivo que sea. La medida del trabajo nos permite conocer la evaluación que insume dirigir una actividad con el fin de despejar el tiempo improductivo al que considera productivo, pudiendo apreciar el tiempo improductivo se procederá a tomar medidas para su eliminación. Con la eliminación del tiempo improductivo se establecen nuevos estándares para dicha actividad. [15]

### 3.6.1.- Trabajador Calificado

Cada clase de trabajo tiene cualidades distintas: unos exigen agilidad mental, concentración, buena vista, capacidad de razonamiento rápida, capacidad acústica; otros, fuerza física, cierta destreza o conocimiento especial adquirido. El trabajador adquiriera las dotes adecuadas para desempeñar sus funciones y acercarse a la definición de trabajador calificado: “El Trabajador Calificado se lo conoce como la persona que tiene experiencia con conocimientos y cualidades que le permiten efectuar su trabajo en cantidad y de buena calidad. [16]

### 3.6.2.- Métodos de Valoración

#### 3.6.2.1.- Calificación de Velocidad

La calificación por rapidez es un procedimiento de requerimiento que considera un valor de jornada que se logra por unidad de trabajo. En cambio, el inspector mide la eficiencia del operario contra una definición de un operario calificado que realiza el mismo trabajo al cual asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño entre lo normal o estándar. Teniendo que un desempeño a 100% se considera normal, si se tiene una calificación de 110% quiere decir que el empleado tenía una agilidad de 10% alto de lo normal, si se obtiene un 90% equivale que el trabajador este 10% por debajo de lo normal. [16]



Figura 10. Velocidad de Trabajo. [16]

#### 3.6.2.2.- El Sistema Westinghouse

El sistema de calificación Westinghouse, es de los métodos más completos y utilizados por los investigadores o analistas en la determinación de tiempos. En esta valoración se utilizan cuatro factores para evaluar al operario, a los cuales se les ha asignado una habilidad a cada determinación los cuales son: [17]

**Tabla 6:** Sistema Westinghouse para medir el Ritmo del trabajo.

Habilidad		Esfuerzo	
0,15	A1	0,15	A1
0,13	A2 Habilísimo	0,13	A2 Habilísimo
0,11	B1	0,11	B1
0,08	B2 Excelente	0,08	B2 Excelente
0,06	C1	0,06	C1
0,03	C2 Bueno	0,03	C2 Bueno
0,00	D Promedio	0,00	D Promedio
-0,05	E1	-0,05	E1
-0,10	E2 Regular	-0,10	E2 Regular
-0,15	F1	-0,15	F1
-0,22	F2 Deficiente	-0,22	F2 Deficiente
Condiciones		Consistencia	
0,06	A Ideales	0,04	A Perfecto
0,04	B Excelente	0,03	B Excelente
0,02	C Buenas	0,01	C Buena
0,00	D Promedio	0,00	D Promedio
-0,03	E Regulares	-0,02	E Regular
-0,07	F Malas	-0,04	F Deficiente

**A-Habilidad:** se refiere a la condición del operario, es decir, la habilidad que él tenga para desenvolverse en una actividad de trabajo, ya sea con la experiencia o las manos. [17]

**B-Esfuerzo:** se define como una evaluación del esfuerzo para desenvolverse de una forma eficiente, es decir, las aptitudes que el trabajador pone para adaptarse en cualquier actividad ubicada. [17]

**C-Condiciones:** las condiciones son aquellas que afectan directo al trabajador y no a la operación. Existen elementos que afecta las condiciones de trabajo, tales como la temperatura, la luz, ventilación y el ruido. [17]

**D-Consistencia:** se define como la manera repetida de actividad de la persona jurídica en un cierto trabajo, es decir, que las valoraciones elementales de trabajo que se repiten constantemente indicaran una consistencia más o menos exacta. [17]

### 3.6.2.3.- Objetivo de la valoración



**Figura 11:** Objetivo de valoración. [17]

La velocidad de trabajo representada por el tiempo invertido se puede medir con la ayuda de un cronometro. La intensidad del esfuerzo requerido por la tarea y el grado de dificultad se puede determinarse gracias a la experiencia que se tenga de esa clase de trabajo, solo la habilidad del observador podrá decidir si el trabajador ejecuta la tarea a velocidad normal, baja o elevada. [17]

### 3.6.2.4.- Escala de valoración

La valoración se puede utilizar como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, mediante el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo estándar el trabajador calificado con motivo para aplicarse. [17]

**Tabla 7:** Escala de valoración

	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el trabajador no demuestra interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de empleado desmotivado, observación y vigilado; parece lento, a su vez no pierde su trabajo mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de trabajador experimentado medio, logra con placidez de calidad y observación fijado.
125	Muy rápido; actúa con gran seguridad, esfuerzo y coordinación de movimientos, muy acertados del empleado calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido; centralización e impulso intenso sin probabilidad de obtener por largos periodos; comportamiento de <excelente> solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

### 3.7.- Proceso

Un transcurso, es una secuencia de pasos, dispuesta a continuar con diferentes procesos esfuerzos que se enfoca en lograr en obtener el desempeño de cada uno de los empleados. Los procesos son actividades diseñados por los hombres con el propósito de obtener mejoras en la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. [18]



**Figura 12:** Proceso de corte de tablero. [18]

Los procesos se presentan en todas las actividades humanas, estas pueden ayudar a diferenciar la habilidad, destreza y el bienestar de las personas, porque en ellos han causado los grandes cambios en la historia, han mejorado los niveles de vida en las actividades que se realice o se estudie. [19]

**Tabla 8:** Fragmentos de un sistema de proceso productivo

FRAGMENTO	DESCRIPCIÓN
Macro proceso	Es la unión de los principios de materia prima. Los macro procesos abarcan diferentes puestos de trabajos considerados áreas. Un macro proceso está conformado de varios procesos.
Proceso	Es un conjunto de actividades, relacionadas en la fabricación de un producto, las cuales están conformadas de entradas y salidas. Es una secuencia de pasos, cuya funcionalidad es identificar un macro proceso.
Sub proceso	Tiene como funcionalidad identificar las partes de un proceso más grande, esto incide en el logro o al momento de la obtención de los resultados esperador.
Entrada	Es el comienzo o la transformación de un producto o considerado con materia a elaborar o transformar.
Proveedor	Son entidades u organización o persona que proporciona entrada como material, información y otros insumos además pasarían a ser los proveedores de diferentes empresas.
Salida	Es el resultado del producto, bien u servicio que presta la entidad.
Usuario o cliente	Es una organización o persona que se encarga o recibe el producto. Este puede ser considerado como interno o externo de una organización.
Dueño del proceso	En esta actividad tenemos una persona responsable de la administración del proceso en su totalidad, su función es llevar cabo todas las actividades en la organización.

### 3.8.- Diagrama de Procesos

El diagrama de flujo o diagrama de actividades es la representación gráfica de un algoritmo donde se exponen operaciones, inspecciones, transporte de un proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales con la finalidad de mantener un orden cronológico de los procesos, en general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle en cada uno de los procesos o áreas asignadas. [20]

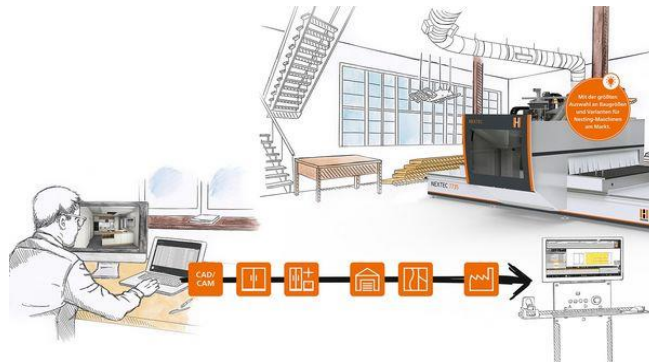


Figura 13: Proceso de corte de madera. [20]


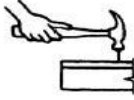







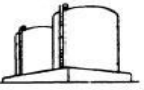
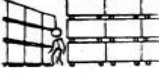




















<b>Operación</b>  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
<b>Transporte</b>  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
<b>Almacenamiento</b>  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
<b>Retrasos</b>  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
<b>Inspección</b>  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Figura 14: Conjunto de símbolos para el diagrama de procesos. [20]

### 3.9.- Diagrama de flujo

Es una representación gráfica donde parte de una de orden de trabajo además está compuesta por actividades, es una serie determinada de figuras geométricas que representan cada

paso puntual de un proceso. Estas formas definidas de antemano se conectan entre sí a través de flechas y líneas dando como resultado del transporte, almacenamiento y otras operaciones de materiales que marcan el proceso del flujo y establecen el recorrido del trabajador. [21]

Nombre	Función	Símbolo
<b>Terminal</b>	Determina el inicio o final de un programa.	
<b>Proceso, acción</b>	Representa cualquier operación que se le aplique a la información guardada. Esta operación debe cambiar la posición, valor o forma de la información a la que se le aplica. Comúnmente son operaciones matemáticas.	
<b>Entrada / Salida</b>	Nos indica cualquier tipo de dato que ingrese o salga del sistema.	
<b>Decisión</b>	Representa una instrucción de comparación lógica entre dos o más valores. Si el valor de la comparación es verdadero, el programa toma una dirección, si es falsa, toma otra.	
<b>Línea de flujo</b>	Estas indican la dirección y el orden en el que se ejecuta el algoritmo.	
<b>Impresora</b>	Indica la salida de un dato o expresión, normalmente en formato visual.	
<b>Pantalla</b>	Indica la salida de un dato, normalmente información que se muestra en formato visual.	
<b>Entrada</b>	Símbolo alternativo para simbolizar la entrada de datos.	
<b>Teclado, entrada manual</b>	Se utiliza para representar la entrada manual de datos por parte del usuario.	
<b>Conector misma página</b>	Se utiliza para conectar o indicar la continuación de un algoritmo en una misma página.	
<b>Conector diferente página</b>	Se utiliza para conectar o indicar la continuación de un algoritmo en una página distinta.	

**Figura 15:** Simbología del diagrama de flujo. [21]

### 3.10.- Estudio de tiempos

El análisis de tiempos es una técnica que nos ayuda a identificar tiempos muertos considerados como cuellos de botella, para identificar los tiempos y ritmos de los operarios correspondientes a los principios de una labor definida, efectuada en condiciones



determinadas y para identificar los datos a fin de comparar el tiempo estimado para cada actividad. [22]



**Figura 16:** Control del tiempo. [22]

### 3.10.1.- Numero de muestras

Es la cantidad de datos que se va a estudiar y evaluar con el fin de llegar a un estándar equitativo, como también el análisis de las actividades o tareas de un todo. Para la toma de tiempos es necesario conocer el número recomendado de muestras para iniciar con el estudio. Para determinar el número recomendado de muestras se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 9:** Tiempos de ciclo

Tiempo de ciclo (minutos)	Numero recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o mas	3

### 3.10.2.- Desviación estándar TS

Es el método estadístico para determinar una cantidad de muestras más ajustadas a la real brindando un estudio completo y un nivel de confianza considerable. [23]

Para la determinación de la Desviación estándar se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Desviación Estandar} = \sqrt{\frac{\sum(x - x_1)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

### 3.10.3.- Tiempo normal TN

Antes de la aplicación y ejecución del método del tiempo normal TN es necesario ajustar el tiempo promedio TO o tiempo básico observado cada elemento o actividad seguido de la determinación del tiempo normal que requiere un operario calificado para realizar el mismo trabajo. [23]

Para el cálculo del tiempo normal TN se aplica la siguiente ecuación:

$$TN = TO * \frac{\text{Ritmo de trabajo}}{100\%} \quad (2)$$

### 3.10.4.- Tiempo Estándar TS

Es el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar las operaciones, adicional al tiempo normal se le atribuye los suplementos u Holguras como un multiplicador para que el tiempo básico se ajuste al tiempo estándar TS.

$$Ts = TN * (1 + \text{Suplemento}) \quad (3)$$

### 3.11.- Métodos de tiempos y movimientos (MTM)

El estudio de tiempos y movimiento permite el análisis de métodos manual descomponiéndolo en los movimientos básicos requeridos asignados a cada movimiento un tiempo estándar predeterminado basado en el movimiento y las condiciones en las que es realizado.



**Figura 17:** Métodos de tiempos y movimientos. [22]

### 3.12.- Takt Time

Es toda información que se obtiene sobre la demanda del cliente, dado que se entiende a un Takt time que es la marca del ritmo de los clientes que demandan, lo que la empresa requiere producir su producto con la garantía de satisfacerlos. Trabajar con el Takt time significa que tanto la producción como las ventas están sincronizados dando un resultado considerable como meta de Lean Manufacturing.

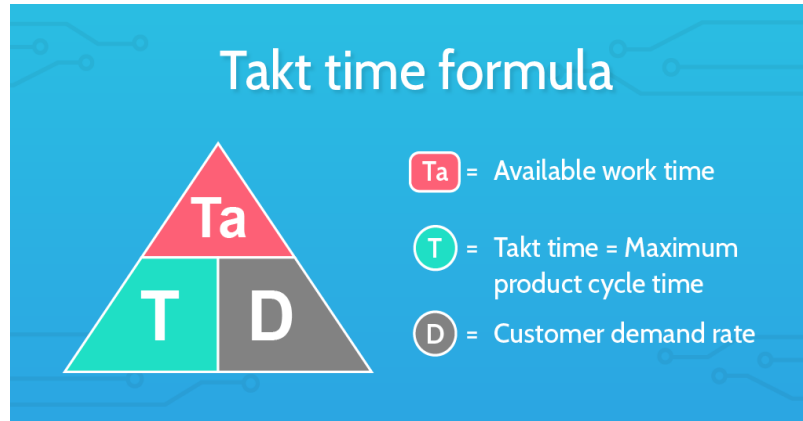


Figura 18: Takt Time. [23]

A continuación, se detalla la siguiente formula:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ planificadas} \quad (4)$$

### 3.13.- Balanceo de línea

Es una herramienta que nos ayuda al control de la línea de producción, además equilibra la línea de fabricación, optimizando variables que afectan a la productividad de un proceso como inventarios de producto en proceso, los tiempos de producción y las entregas parciales de producción. Una de las ventajas de un balanceo de línea es mejorar la ruta de recorrido del operario. [23]

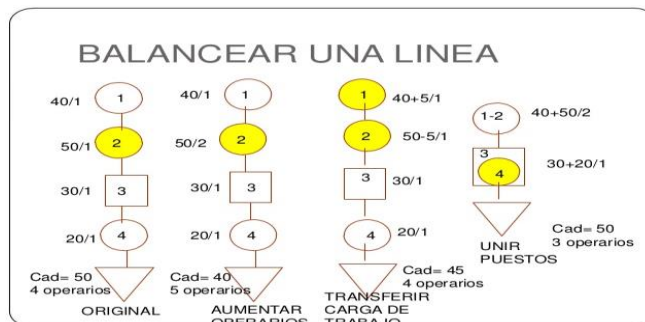


Figura 19: Balanceo de líneas. [23]

El balance de la línea es la estabilidad de la distribución de la mano de obra e inventarios para maximizar el flujo de las operaciones. Una línea de producción balanceada es cuando las capacidades de producción de cada una de las operaciones del proceso tienen la misma capacidad de producir, garantizando que todas las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempos, y que dichas cantidades basten para obtener la tasa de producción.

### **3.13.1.- Eficiencia de la Línea**

La eficiencia demuestra cuán sensible es la línea de producción a las gestiones y modificaciones que se realiza en relación al plan de producción y la consideración del número de estaciones a las que se establece.

El cálculo de la eficiencia se la realiza mediante la siguiente ecuación.

$$E = \frac{\sum \text{Tiempos Estandar}}{N^{\circ} \text{ estaciones} * \text{Takt time}} * 100 \quad (5)$$

### **3.13.2.- Índice de productividad**

Demuestra la capacidad o actividad a la que se limita en relación al plan de producción y al uso del recurso disponible dentro de la estación de trabajo o de línea completa.

La determinación del índice de productividad se la realiza mediante la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}} \quad (6)$$

### **3.13.3.- Número de operarios**

Una línea balanceada demuestra una cantidad necesaria calculada para satisfacer la demanda o el plan de producción gestionado por la organización, de las cuales hace que dependa la producción planificada para maximizar o minimizar los recursos de mano de obra.

La determinación del número de operarios se la realiza mediante la siguiente ecuación:

$$NO = \frac{\text{Tiempo Total Estandar} * \text{Índice de productividad}}{\text{Eficiencia}} \quad (7)$$

### 3.14.- Problemas de producción

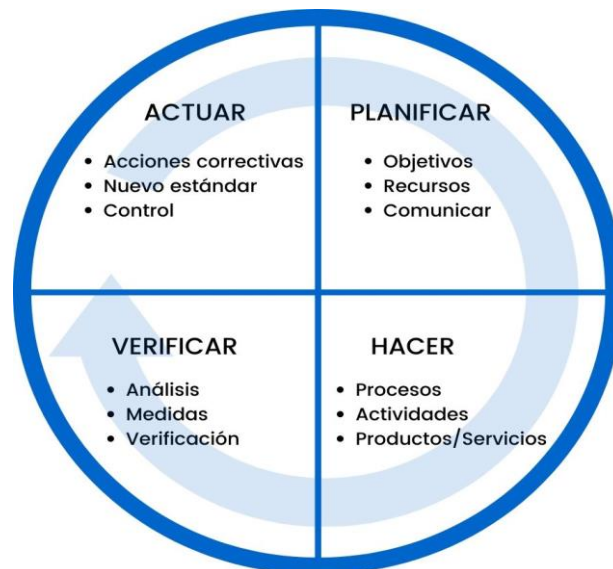
Se basa en la falta de equipos de medición manual y automático de control lo que ocasiona el desequilibrio de los sistemas operativos, la escasa sincronización de las actividades de producción con la cadena productiva.



**Figura 20:** Producción. [17]

### 3.15.- Mejora Continua

La mejora continua en Lean manufacturing requiere esforzarse por la perfección para eliminar constantemente los desperdicios, para lo cual requiere un alto nivel de involucración de los operarios en el proceso de mejora continua del proceso. Emitiendo sugerencias o realizando mejoras diarias. Se refiere a mejorar continuamente, puede considerarse a largo plazo. Estamos siempre en proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. [24]



**Figura 21:** Circulo de mejora continua. [24]

### 3.16.- Requisitos

A continuación, se detalla los requisitos para la mejora continua, es una actividad sostenible en el tiempo, rápido frente a un problema puntual:

Mejorar un proceso se puede dar de varias circunstancias

- Se identifica el proceso original para definirlo y documentarlo.
- Se identifica varios ejemplos de procesos parecidos.
- Con la identificación del proceso el u los investigadores del proceso deben poder participar en cualquier discusión de mejora.
- Se tiende a tener un entorno de transparencia favorece que fluyan las recomendaciones para la mejora.
- Para dar el cumplimiento con los requisitos de la mejora continua se procede a cumplir con lo siguiente, acordado, documentado, notificado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

En la actualidad se puede encontrar o conseguir una mejora continua reduciendo la complejidad además identificando las actividades o puntos potenciales de fracaso mejorando la comunicación para proteger la calidad en un proceso. [23]

### **3.17.- Productividad**

El concepto de la productividad es una media de eficiencia en donde se toma en cuenta las personas maquinarias etc. El director de producción debe establecer procesos de control para manejar la productividad ya que esto indica la relación entre la cantidad de bienes producidos y los recursos utilizados. Además tiene relación directa con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad, gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto. La productividad tiene relación con los estándares de producción. Con el fin de obtener datos estándares, en donde hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad y proceso. [23]

$$Productividad = \frac{Producción\ diaria}{Operarios\ Actuales} \quad (8)$$

### **3.18.- Systematic Layout Planning (SLP)**

Es una de los métodos que nos ayudara a la distribución de la planta del proyecto investigado , se utiliza para dar resolución al problema planteado en donde se aplican metodologías más acertadas para su previa distribución fue creada en el año 1961 por Richard Muther en donde aplica un procedimiento sistemático de multicriterios que son aplicadas en la distribución de la planta , una las ventajas de la proponer la distribución de la planta permite diseñar una instalación con el grado de importancia de cada are o departamento de trabajo. [25].

### **3.18.1.- Objetivos del diseño de planta**

Uno de los objetivos de la propuesta de distribución de planta es facilitar el proceso de fabricación, sin embargo, también contempla los siguientes objetivos:

- Reducir la utilización de materiales, especialmente la distancia y el tiempo de viaje.
- Mejorar la flexibilidad de disposición y operación a medida que cambian las necesidades.
- Promover una alta rotación del trabajo en proceso, manteniendo en movimiento.
- Ajustar la inversión en equipos.
- Reusar uso económico del espacio.
- Facilitar la utilización efectiva de mano de obra.
- Indagar seguridad, comodidad y comodidad a los empleados

Este diseño se aplica centros de distribución, oficinas, laboratorios e instalaciones de todo tipo comparten varios de estos objetivos a pesar de que sus procesos son bastante diferentes

### **3.18.2.- Fases de desarrollo**

Existen cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según Muther (1968):

- **Fase I: Localización.**

La localización del sector nos ayudara a una buena distribución. Si se trata de una planta nueva se realizar una posición grafica en donde se procederá a identificar ciertos factores relevantes.

En este caso para realizar una redistribución se procederá a identificar del entorno actual de la microempresa con el fin de tener una visualización y hacerse la pregunta se mantendrá en el sector o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.

- **Fase II: Distribución General del Conjunto.**

Para realizar una distribución se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cómo está conformado la línea de producción. Dentro de esta podemos obtener un bosquejo del diagrama de la planta. El señor Muther nos dice que la distribución general del conjunto también podría considerarse como la adaptación o identificación de las instalaciones y maquinarias que van a ser analizadas además de conocer la actividad que realizan dentro de su línea de producción.

### **Fase III: Plan de Distribución Detallada.**

El plan de distribución de planta analiza en donde se ubicarán el puesto de trabajo, maquinarias etc.

- **Fase IV: Instalación.**

La fase de instalación implica movimientos físicos que a su vez se realizan los reajustes conformen se van colocando los equipos, maquinarias, materia prima con el objetivo de lograr la distribución que fue planteada como propuesta obteniendo los resultados esperados.

### **3.18.3.- Software Corelap**

Es un software que fue creado en el año de 1967 y se le conoce como Computerized Relationship layout Plaming siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución en realizar en un sistema de computador, en esta metodología se puede aplicar los métodos de valoración dependa al grado de importancia de un puesto de trabajo con la finalidad de tener una línea o trayectoria rectilínea.

## **4 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1.- Métodos de investigación:**

#### **4.1.1.- Método Inductivo**

A través de este método se analizará visualmente los diferentes procesos de la línea de corte, lo que será óptimo para el análisis de cada actividad empleada para lograr con el objetivo de la manufactura o empaqueo final. No obstante, este método permite que nos enfoquemos en el estudio de diversos sucesos reales que permite entender el porqué de las cosas, de esta manera generar una conclusión convincente.



**Figura 22:** Etapas del Método Inductivo. [18]



Este método será eficaz en el sentido de retroalimentación, porque estará acoplada con el proceso matriz o Control plan, únicamente ayudará a verificar dicho control plan y condicionar operaciones puesto que contengan su actividad para una operación completa.

#### 4.1.2.- Método Bibliográfico

El presente método se aplica en el momento de búsqueda de datos, conceptos, formulas, aplicaciones, o la recopilación de información gracias a las diferentes fuentes como algún artículo, libro, revista o investigaciones relevantes, ayudando a la comprensión de la estructura de la Ingeniería de métodos basándose en una de sus herramientas que es la estandarización de los procesos productivos, logrando así una retroalimentación en la asignatura como también en las partes involucradas del proyecto.

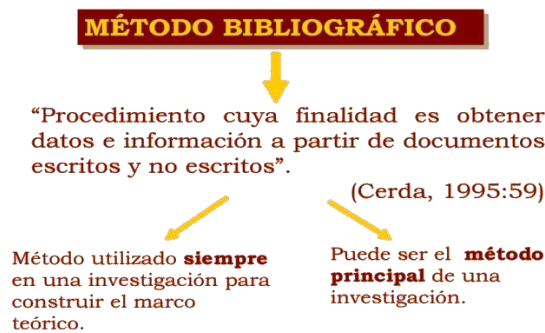


Figura 23: Método Bibliográfico. [22]

#### 4.2.- Tipo de investigación

##### 4.2.1.- Exploratoria

A través de este tipo de investigación se pretende familiarizar con el área de trabajo que se desconoce en su totalidad, nos permite obtener un punto de vista con el fin de dar un acercamiento al problema que se procederá a estudiar y evaluarlo.



Figura 24: Investigación Exploratoria. [26]

#### 4.2.2.- Descriptiva

Mediante el tipo de investigación descriptiva se logrará la descripción de las situaciones o sucesos más relevantes como también las acciones que aborda en relación a la cantidad de personas que interviene con el proceso productivo para luego realizar una examinación a fondo con el fin que se especifique los procesos, características, métodos equipos etc., que son utilizados como recursos en la línea de corte.



**Figura 25:** Descriptiva. [22]

#### 4.2.3.- Explicativa

Mediante este tipo de investigación no solo nos acercaremos a los problemas que presenta el área del corte y describirlo, sino que también se buscara la razón de la causa raíz dando respuesta al por qué y el para qué del objetivo del estudio de la Estandarización de corte.

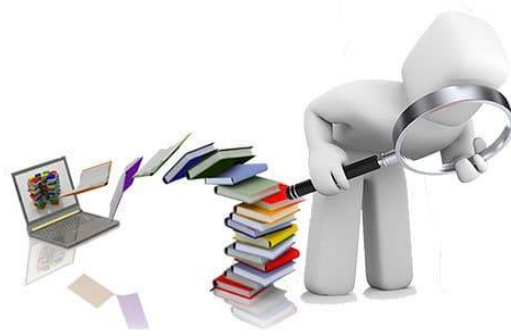


**Figura 26:** Explicativa. [24]

#### 4.3.- Técnicas:

##### 4.3.1.- Observación

Prácticamente, esta técnica ayuda a la medición de cada acontecimiento que se da en cada actividad, conductas del personal u operario de la línea o de igual manera se interactúa directamente o cercano con el objeto de estudio. Esta técnica no solo significa ver o analizar visualmente, sino que, permite enfocarse con el objeto de estudio con todos los sentidos, ver las operaciones, olfatear defectos o anomalías que se produce por fallos de corte en la línea.



**Figura 27:** Observación. [22]

#### **4.3.2.- Toma de tiempos**

En el presente proyecto la toma de tiempos es una de las técnicas para determinar datos y acercarnos más al objetivo de determinar el proceso en línea. Esta técnica es de suma relevancia dentro de la línea de línea, cronométricamente se registra el tiempo y ritmo del trabajo en relación a las actividades, con el propósito de obtener datos para posteriormente partir con el balance de la línea.



**Figura 28:** Toma de tiempos. [27]

#### **4.3.3.- Investigación de campo**

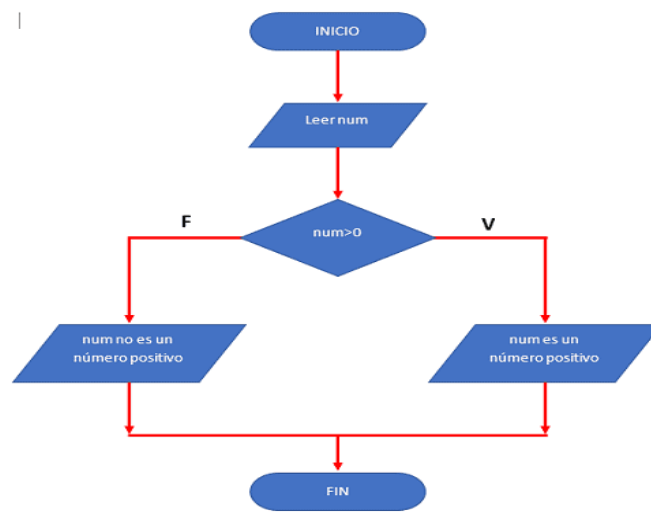
En el presente proyecto es de base fundamental partir de una investigación de campo, puesto que ayudara a obtener datos reales en cada una de las actividades que se desempeña dentro de cada estación de trabajo para así lograr con el objetivo de entender e interactuar con los operarios en el entorno o ambiente del proceso de corte.

La investigación de campo participa de manera rutinaria dentro del área de corte, esto se apega al estudio del personal directamente junto a la relación con los materiales, equipos, herramientas o con el mismo producto.

#### 4.4.- Instrumentos:

##### 4.4.1.- Diagrama de flujo

Mediante el diagrama de flujo se inserta o se estima la participación lineal del proceso partiendo de un inicio o entrada del producto dando un fin a la salida del producto terminado, el diagrama de flujo ayuda a tener una vista previa de los procesos y la distribución de las operaciones de cada estación, este diagrama permite la relación que tiene una estación con otra, dando una secuencia lógica en el proceso.



**Figura 29:** Diagrama de Flujo. [28]

##### 4.4.2.- Instructivo

Básicamente la hoja de operación o instructivo es donde se complementa las actividades que a su vez no están especificadas en el control plan, puesto que esto ayuda a que cada actividad dentro de una operación por puesto o estación de trabajo este de forma secuencial llevando un sentido lógico dentro del proceso de corte. A su vez el instructivo ayuda a enfocarse en los procesos más críticos con especificaciones técnicas, seguridad, orden instructivo limpieza y herramientas o equipos auxiliares.



**Figura 30:** Instructivo. [5]

#### 4.4.3.- Cronometro

Con el cronometro se puede medir el tiempo que se necesita o requiere el proceso de corte como también sus micro actividades de cada puesto de trabajo, se trata de perseguir la operación desde su inicio hasta su fin analizando cada movimiento o cada recurso que se emplea dentro de cada proceso.



**Figura 31:** Toma de tiempos. [17]

## 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1.- Obtención de resultados en base al primer objetivo

Para dar inicio al cumplimiento de la primera actividad planteada del objetivo número uno se evaluara la situación actual del taller en donde se realizó una solicitud al dueño de la microempresa a su vez se planteó el tema de investigación que es la Estandarización de procesos, para el cumplimiento de la primera actividad se conocerá el estado actual en la que labora el taller a partir de esta información se realizara una propuesta para mejorar la productividad, incrementar la eficiencia, demanda, rediseño de planta, control estricto de calidad del producto, la cual ayudara a la microempresa a aumentar los niveles de satisfacción a los clientes con los productos realizados.

#### 5.1.1.- Introducción a la Microempresa

La microempresa “Herrajes y Tableros Pilatasig” nace por necesidades tanto económicas y de mejorar la calidad de vida, se dedica al cortado de tableros aglomerados, MDF y tableros aglomerados con melamina, está ubicada en la provincia de Pichincha cantón Quito parroquia Calderón, la distribución del producto se realiza en la Ciudad de Quito por la necesidad de las pequeñas cerrajerías que se dedican al armado de muebles, lo cual lleva ya 5 años de funcionamiento.

## Ubicación:



**Figura 32:** Ubicación de la microempresa.

**Fuente:** Google Maps

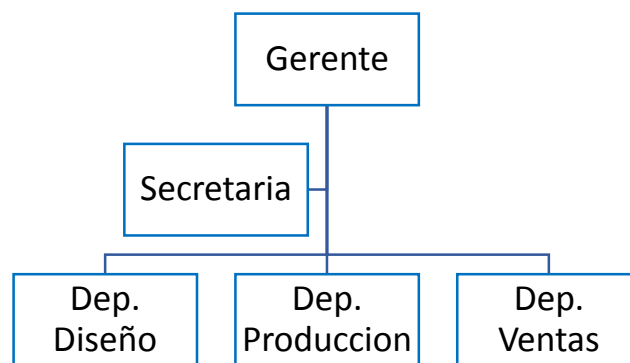
### 5.1.2.- Misión

Somos una microempresa dedicada a comercializar productos de madera y corte de tableros dirigidos a un mercado cerrajero garantizando el cumplimiento de las normas y estándares de calidad, buscando generar beneficios de progreso y desarrollo a nuestros colaboradores proveedores y el mercado en general procurando lograr un crecimiento empresarial, bienestar social y beneficio económico.

### 5.1.3.- Visión

Para el año 2025, consolidarnos como una compañía líder en el mercado nacional siendo la mejor opción de compra de nuestros clientes, ofreciendo un portafolio diversificado de productos, soportado con un talento humano idóneo y comprometido, procesos competitivos y con altos estándares de inocuidad y calidad, que permitan la sostenibilidad en el mercado y el reconocimiento a nivel nacional.

### 5.1.4.- Estructura Organizacional



**Figura 33:** Organigrama

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes




### 5.1.5.- Funciones que cumplen el personal en el organigrama:

En la siguiente tabla N° 9 se detalla las funciones de cada uno de los trabajadores de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig.

**Tabla 10:** Descripción del puesto del trabajo

N°	SERVICIO	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Gerente	1 Gerente General	El gerente general es el encargado de la gestión administrativa de toda la microempresa a su vez realiza la adquisición de los recurso e insumos de los tableros que se va utilizar para el trabajo diario en el taller. Dentro del taller en donde se realiza ya el corte de los tableros él se encarga en cooperar en el proceso con la finalidad de mejorar el proceso optimizando los recursos y ofreciendo un producto de buena calidad que satisfaga al cliente.
2	Secretaria	1 Secretaria	La secretaria es la encargada de asistir al Gerente ya sea al momento de realizar inventarios de todo lo que ingrese a la microempresa y lo que sale, promover la adquisición de los insumos y recurso que sean necesarios para el cortado de los tableros además realiza el proceso de facturación, pagos y atención a los clientes.
3	Diseñador de Planos	1 Diseñador de planos	Encargado de realizar los planos para el corte de tableros de acuerdo a lo que solicite el cliente, con la ayuda de un software en donde se aprovecha todo el tablero a su vez se encarga de dar el presupuesto que le costara el plano que solicite el cliente.
4	Cortado de Material	3 Cortadores	Encargado de realizar cortes del tablero al momento que estos reciban la orden de trabajo, el operario o trabajador debe acercarse a las bodegas para retirar la materia prima para proceder a su corte a su vez utilizan la cortadora en donde deben encenderla y dar las dimensiones de acuerdo a la orden de trabajo.
5	Enchapado de material	1 Enchapadores	Encargado de recibir los tableros ya cortados para su respectivo enchapado o enchapado de cantos en donde el trabajador debe encender la máquina y esperar que tenga su temperatura adecuada en donde se colocan los tableros para su respectivo trabajo.

### 5.1.6.- Fichas Técnicas De La Maquinaria




	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA CORTADORA HOLZ-HER SECTOR 1254</b>		 <b>Ingeniería Industrial</b>
<b>REALIZADOR POR:</b>	<b>German Pilatasig, Lourdes Rivera</b>		<b>FECHA:</b>
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>MÁQUINA - EQUIPO</b>	<b>CORTADORA HOLZ-HER SECTOR 1254</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>Área de corte</b>
<b>FABRICANTE</b>	<b>HOLZ-HER</b>	<b>SECCION</b>	<b>Corte</b>
<b>MODELO</b>	<b>HOLZ-HER</b>	<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	
<b>N° SERIE</b>	<b>1254</b>		
<div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; text-align: right;">Todas las ilustraciones pueden incorporar opciones de equipamiento.</p> </div>			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
<b>Voltaje</b>	<b>220 v</b>		
<b>Longitud de corte</b>	<b>De 3300 hasta 5300mm</b>	<b>Altura de corte de 1900 o 2200mm.</b>	
<b>Presión Máxima</b>	<b>4 kW</b>		

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes




	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA ESCUADRADORA</b>		 <b>Ingeniería Industrial</b>
<b>REALIZADOR POR:</b>	<b>German Pilatasig, Lourdes Rivera</b>		<b>FECHA:</b>
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>MÁQUINA – EQUIPO</b>	<b>ESCUADRADORA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	Área de corte
<b>FABRICANTE</b>	Martin	<b>SECCION</b>	Corte
<b>MODELO</b>	2002	<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2002
<b>N° SERIE</b>	1254		
			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
Voltaje	220 v		
Diámetro de la sierra	315 mm   opcional 400 mm		
Presión Máxima	4 kW		

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA ENCHAPADORA</b>		
<b>REALIZADOR POR:</b>	<b>German Pilatasig, Lourdes Rivera</b>		<b>FECHA:</b>
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>MÁQUINA - EQUIPO</b>	<b>ENCHAPADORA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	Área de Laminado
<b>FABRICANTE</b>	CEHISA	<b>SECCION</b>	Laminado de cantos
<b>MODELO</b>	FLEXY PC	<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	
<b>N° SERIE</b>	1254		
			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
Voltaje	220 v		
Presión de aire requerida	6-7 bar		
Presión Máxima	6,14 kW	Dimensiones: 3200x1200x1200 mm	

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA TALADRO MANUAL</b>		
<b>REALIZADOR POR:</b>	<b>German Pilatasig, Lourdes Rivera</b>		<b>FECHA:</b>
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>MÁQUINA – EQUIPO</b>	<b>PERFORADORA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	Perforado
<b>FABRICANTE</b>	YESOK	<b>SECCION</b>	Perforado
<b>MODELO</b>	FS-DP16PRO	<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	x
<b>N° SERIE</b>	x		
			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
<b>Voltaje</b>	220 v		
<b>Frecuencia – Potencia nominal</b>	220V50Hz		
<b>Presión Máxima</b>	40.5 kW Potencia del Motor: 550W	<b>Dimensiones:</b> 660 mm	

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.7.- Análisis del área a estudiar

Encuesta aplicada a los trabajadores del área de producción

#### 1) ¿El ritmo de trabajo que realiza es?

Tabla 11: Cuadro de respuesta de la pregunta 1

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Lento	1	14,29%
Medio	6	85,71%
Rápido	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

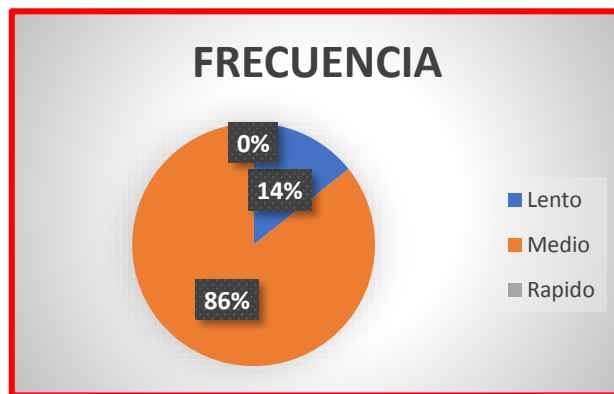


Figura 34: Ritmo de trabajo

#### Análisis y discusión

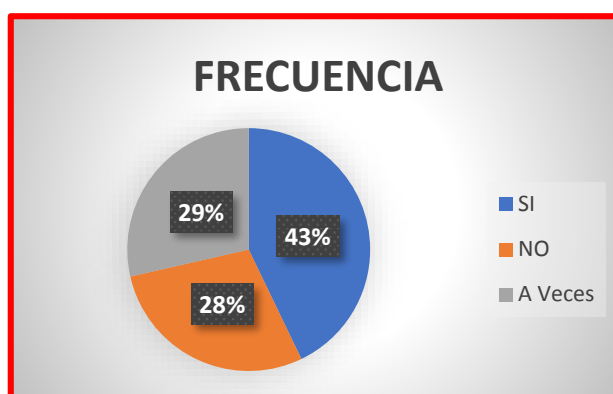
El 85,71% de personas encuestadas nos comentan que el ritmo de trabajo es medio, un 14,29% menciona que es lento el trabajo para la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig. El ritmo de trabajo en una empresa es determinado por los recursos y el diseño del proceso como lo manifiestan los trabajadores de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig. Lo que indica que los trabajadores no están trabajando en su totalidad, existiendo una deficiencia en la productividad del personal al momento de realizar los cortes de los tableros.

#### 2) ¿Durante su jornada de trabajo tiene el tiempo suficiente para descansar?

**Tabla 12:** Cuadro de respuesta de la pregunta 2

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	3	42,86%
NO	2	28,57%
A Veces	2	28,57%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



**Figura 35:** Jornada de trabajo

### **Análisis y discusión**

De los trabajadores encuestados, para un 42,82% menciona que, si tiene el tiempo necesario de descanso durante la jornada laboral, el 28,57% de los encuestados expresa que no lo tiene, el 28,57% de los encuestados expresa que a veces lo tiene.

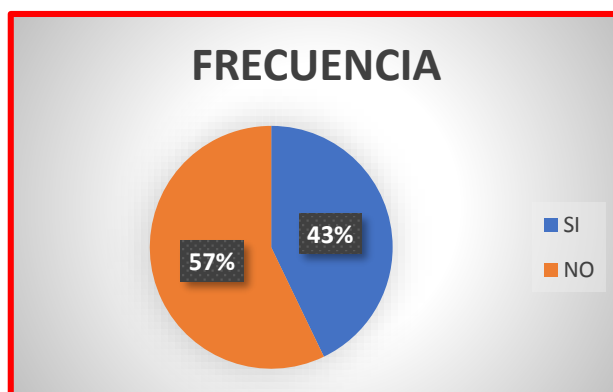
El tiempo que un trabajador cuenta para su descanso es muy importante como lo indican los trabajadores del área de corte, quienes en su gran mayoría están de acuerdo que si tienen el tiempo suficiente para descansar. Por tanto, la microempresa ha determinado los parámetros necesarios para el descanso de los empleados en cada puesto de trabajo.

### **3) ¿Ha tenido capacitaciones en el manejo de máquinas y utilización de herramientas para realizar su trabajo?**

**Tabla 13:** Cuadro de respuesta de pregunta 3

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	3	42,86%
NO	4	57,14%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



**Figura 36:** Capacitaciones a los operarios

### Análisis y discusión

El 57,14% de los trabajadores encuestados mencionan que no han recibido capacitaciones en lo referente a las tareas de su trabajo por parte de la microempresa, un 42,86% establece que si ha recibido capacitaciones.

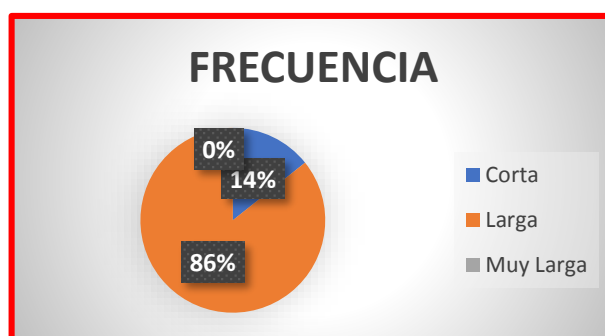
El contar con una capacitación constante para mejorar el desempeño del personal es indispensable según los trabajadores de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, quienes expresan en su mayoría que no han recibido ninguna capacitación sobre cómo realizar de mejor manera sus actividades en su puesto de trabajo.

#### 4) ¿La distancia recorrida para obtener los materiales para el proceso de corte de tableros es?

**Tabla 14:** Cuadro de respuesta de la pregunta 4

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Corta	1	14,29%
Larga	6	85,71%
Muy Larga	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



**Figura 37:** Distancia del trabajo

### Análisis y discusión

Los trabajadores encuestados en un 85,71% manifiestan que la distancia que recorren para obtener los materiales es muy larga, el 14,29% expresa que es larga la distancia recorrida.

La distancia en la que se encuentre los materiales para el corte de los tableros es importante como lo mencionan los trabajadores encuestados, quienes indican en su mayoría que la distancia recorrida hacia la obtención de los materiales para el corte de los tableros es larga. Lo que demuestra que ahí existe una gran pérdida de tiempo por la distancia que recorre el personal.

### 5) ¿Considera que para realizar el trabajo más rápido se debe mejorar los métodos de trabajo?

Tabla 15: Cuadro de respuesta de la pregunta 5

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	6	85,71%
NO	1	14,29%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

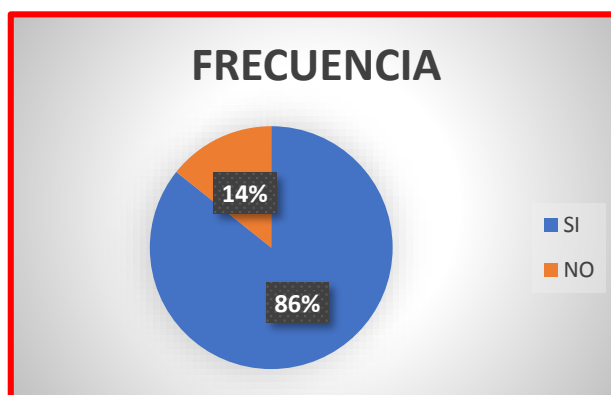


Figura 38: Método de trabajo

### Análisis y discusión

El 85,71% de los trabajadores encuestados indica que, si se debe mejorar los métodos de trabajo que se vienen realizando en la empresa, otro 14,29% menciona que no se debería realizar ninguna mejora.

La mejora de los procesos de producción dentro de una microempresa es continua, a medida que va avanzando la tecnificación de la industria, por lo tanto, para los trabajadores de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, están de acuerdo que se debe hacer mejoras en el método de construcción de las rastras agrícolas, con la finalidad de mejorar su productividad y calidad.

6) ¿Las herramientas y maquinaria para la realización del trabajo son las adecuadas?

Tabla 16: Cuadro de respuesta de la pregunta 6

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	2	28,57%
NO	5	71,43%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

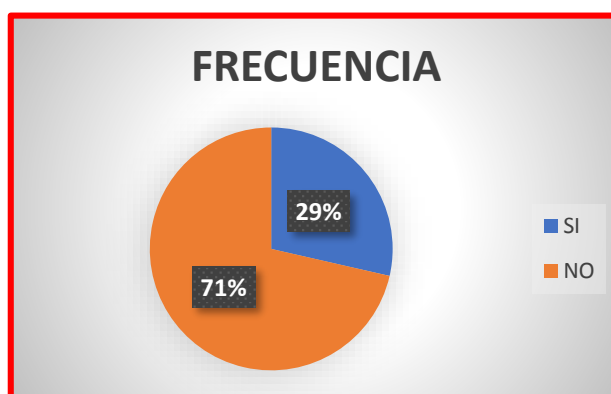


Figura 39: Manejo de herramientas y equipos

**Análisis y discusión**

De los trabajadores encuestados el 28,57% expresa que en la microempresa si se cuenta con las herramientas y maquinaria necesaria el trabajo que corresponde en cada puesto de trabajo, otro 71,43% manifiesta que no se cuenta con lo necesario.

Para el corte de los tableros es necesaria la utilización de herramientas y maquinaria muy específica y apropiada como lo indican los trabajadores, están de acuerdo que la microempresa no cuenta con la maquinaria, herramienta y equipos adecuados para realizar todo el proceso de corte de tableros.

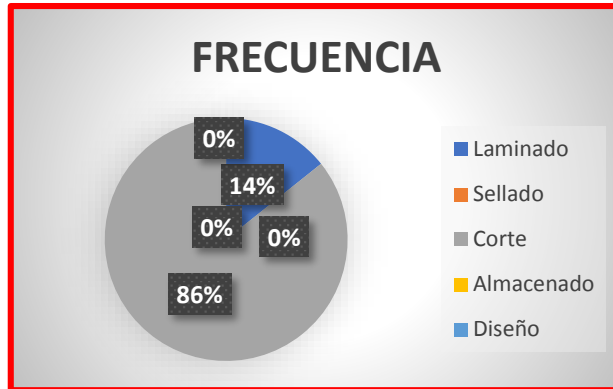
7) ¿En qué parte del proceso se tiene más dificultades o pérdidas de tiempo?

Tabla 17: Cuadro de respuesta de la pregunta 7

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Laminado	1	14,29%
Sellado	0	0,00%
Corte	6	85,71%
Almacenado	0	0,00%
Diseño	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes





**Ilustración 40:** Tiempos muertos

### **Análisis y discusión**

Los trabajadores encuestados en un 85,71% indican que tiene dificultades y pérdida de tiempo en el área de corte, otro 14,29% menciona que hay complicaciones en el área de laminado.

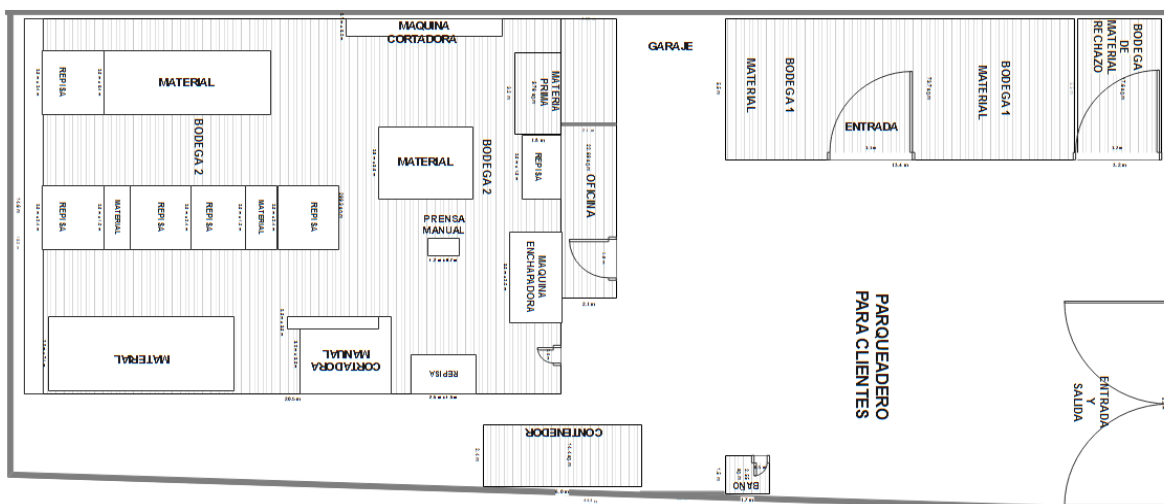
Los trabajadores de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig expresan que la complicación esta en el área de corte de tableros.

#### **5.1.8.- Área de Estudio**

El estudio se realiza en la microempresa “Herrajes y Tableros Pilatasig” que se dedica principalmente al corte de los tableros MDF, TRIPLE, etc. El proyecto empieza mediante la observación de los procesos de cortes de tableros para obtener la información adecuada de las actividades que se realizan, mediante la recolección de datos se analiza detenidamente con la finalidad de establecer mejoras oportunas que faciliten el corte y para que los trabajadores no sufran de fatiga o algún accidente.

#### **5.1.9.- Distribución actual de la planta**

La planta desde sus inicios de funcionamiento nunca tuvo un estudio que permita adecuar de manera correcta los procesos de producción lo que ocasiona deficiencias en el trascurso de la construcción de rastras, las instalaciones fueron adaptadas al trabajo que se realiza, pero sin tomar en cuenta las distancias de las áreas, ni la secuencia de trabajo. Esto produce pérdidas de tiempo puesto que cada área se encuentra muy distante y se debe trasladar el material para realizar una actividad y nuevamente regresar al puesto de trabajo.



**Figura 41:** Distribución de la planta

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.10.- Maquinaria



**Figura 42:** Sierra para tableros verticales

HOLZ-HER SECTOR 1254: Es la maquina utilizada en la microempresa en el departamento del área de corte para tableros Melaminico. La cortadora utilizada para cortes dentro de la microempresa combina tecnología que es acreditada en el mercado con 50 años de experiencia además con una elaboración de gran solidez, siendo pioneros en el mercado. En los catálogos de maquinarias Holz-Her está disponible en dos variantes de caja con longitudes de corte de 3300 a 5300 mm y una altura de corte de 1900 o 2200 mm. Corta a una profundidad de 60 mm. Esta cortadora está diseñada para el funcionamiento con un único trabajador en todo el proceso de producción de componentes.



**Figura 43: Inspección**

A continuación, se detalla las aplicaciones de las sierras circulares de tableros de HOLZHER, esta gama se puede ampliar con diferentes especificaciones como accesorios de la misma. Con cuchillas incisoras que asegura un acabado con excelente calidad al momento del cortado además garantiza en la calidad en el canto del tablero con precisión de una décima de milímetro. Una de las ventajas al momento de realizar planos es el software de optimización de corte profesional Opti-Base V-Cut para conseguir resultados de optimización increíbles mediante un perfecto aprovechamiento del material.

Datos técnicos	SECTOR 1254	
Profundidad de corte	60 mm	
Longitud de corte	3300 mm / 4300 mm	4300 mm / 5300 mm
Altura de corte	1900 mm	2200 mm
Altura de saneo	1810 mm / 2110 mm	
Hoja de sierra Ø	250 mm	
Consumo de aire	1400 m³/h	
Velocidad de aire	≥ 20 m/sec	
Ø de conexión agregado	120 mm	
Ø de conexión lateral bastidor (versión TRK)	100 mm	
Ø de conexión Conjunto constructivo	adicional 160 mm	
Subpresión estática	1500 Pa	
Peso	900 kg – 1200 kg	

**Figura 44: Ficha Técnica [29]**

### 5.1.11.- Descripción de partes

### 5.1.12.- Tope longitudinal

A continuación, se detalla medidas manuales o digitales que lo usan para ajustar la longitud en los cortes verticales.

- ✓ Es una serie con panel de tope ampliado para piezas estrechas.
- ✓ Ayuda a regular de forma fácil y precisa para obtener la medida deseada.
- ✓ facilita plegar fácilmente si no se necesita.



**Figura 45:** Tope Longitudinal. [29]

### 5.1.13.- Soportes de las piezas medias optimizados

El soporte de las piezas medias se abre rápidamente y se monta a la altura óptima para trabajar de la forma más ergonómica posible (Figura 3).



**Figura 46:** Soportes de las piezas. [29]

### 5.1.14.- Support Grid

En esta actividad de trabajo el dispositivo para piezas estrechas opcional se evita tener que utilizar un dispositivo basculante de las piezas de trabajo entre las planillas de las piezas a través del soporte de la pieza media.



**Figura 47:** Support Grid. [29]

#### **5.1.15.- Pupitre de mando**

Ayuda en el mando funcional a la altura de los ojos garantiza un fácil manejo.

#### **5.1.16.- Versión digital**

En la actualidad los indicadores digitales de medidas para el corte horizontal son opcionales.

Ayuda al ajuste de medidas preciso, también para los cortes horizontales superiores.



**Figura 48:** Pupitre de mando. [29]

#### **5.1.17.- Super Cut**

El sistema de incisión patentado Super Cut proporciona con las cuchillas probadas por una calidad de corte optimal (opcional).



**Figura 49:** Super Cut. [29]

### 5.1.18.- Tope de cintas

Para cortar medidas repetitivas en corte horizontal.

Para cortar piezas horizontales se procede a diseñar el plano con la dimensión deseada y la potencia de la hoja de sierra se ajustan una vez. Para los demás cortes se realizan de forma siempre precisa.

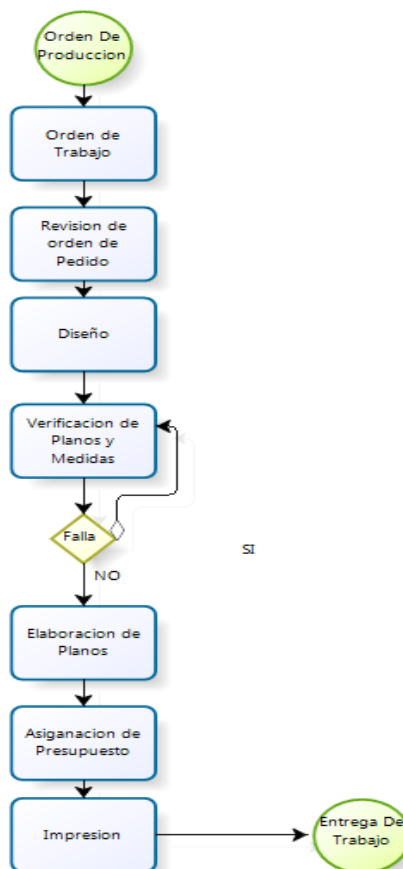
### 5.1.19.- Aspiración TRK

En la línea de producción los espacios de trabajo deben cumplir las más altas exigencias en materia de salud y seguridad.

El cuidado de medio ambiente es de suma importancia además la limpieza del aire desempeña un papel muy importante. De forma opcional con un sistema de aspirado el sector 1254 cuenta con un sistema de aspirado eficiente.

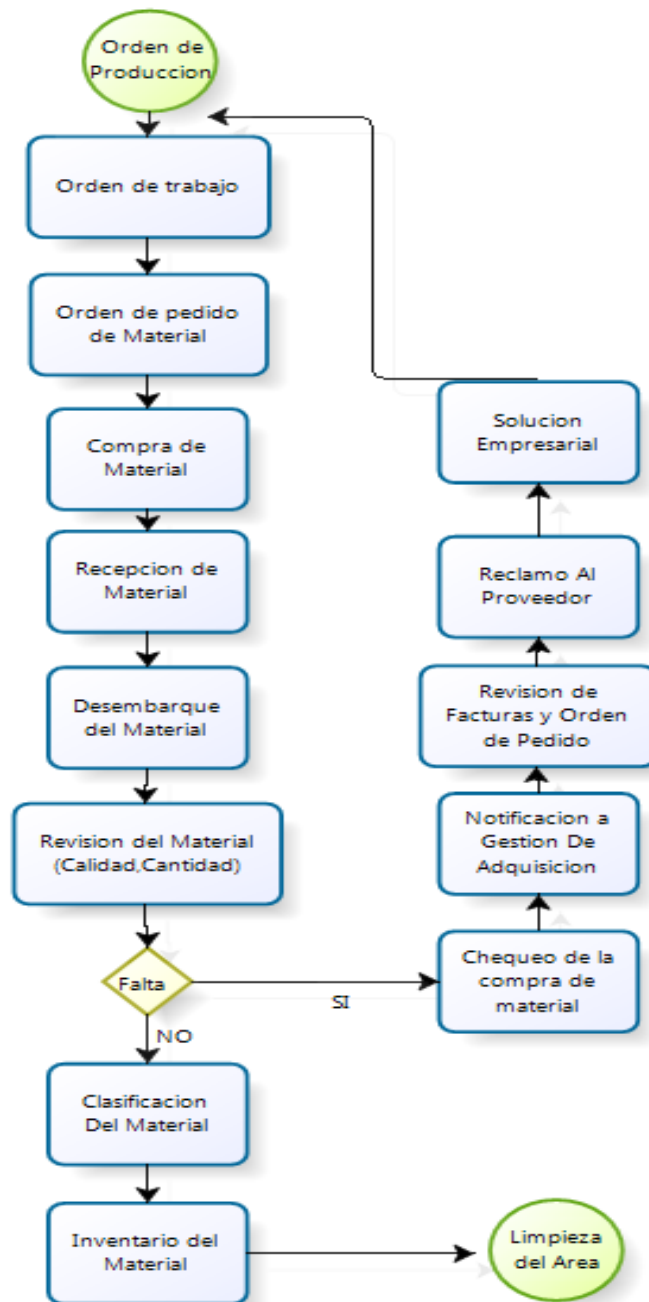
### 5.1.19.- Diagrama de flujo

#### 5.1.19.1.- Área de diseño



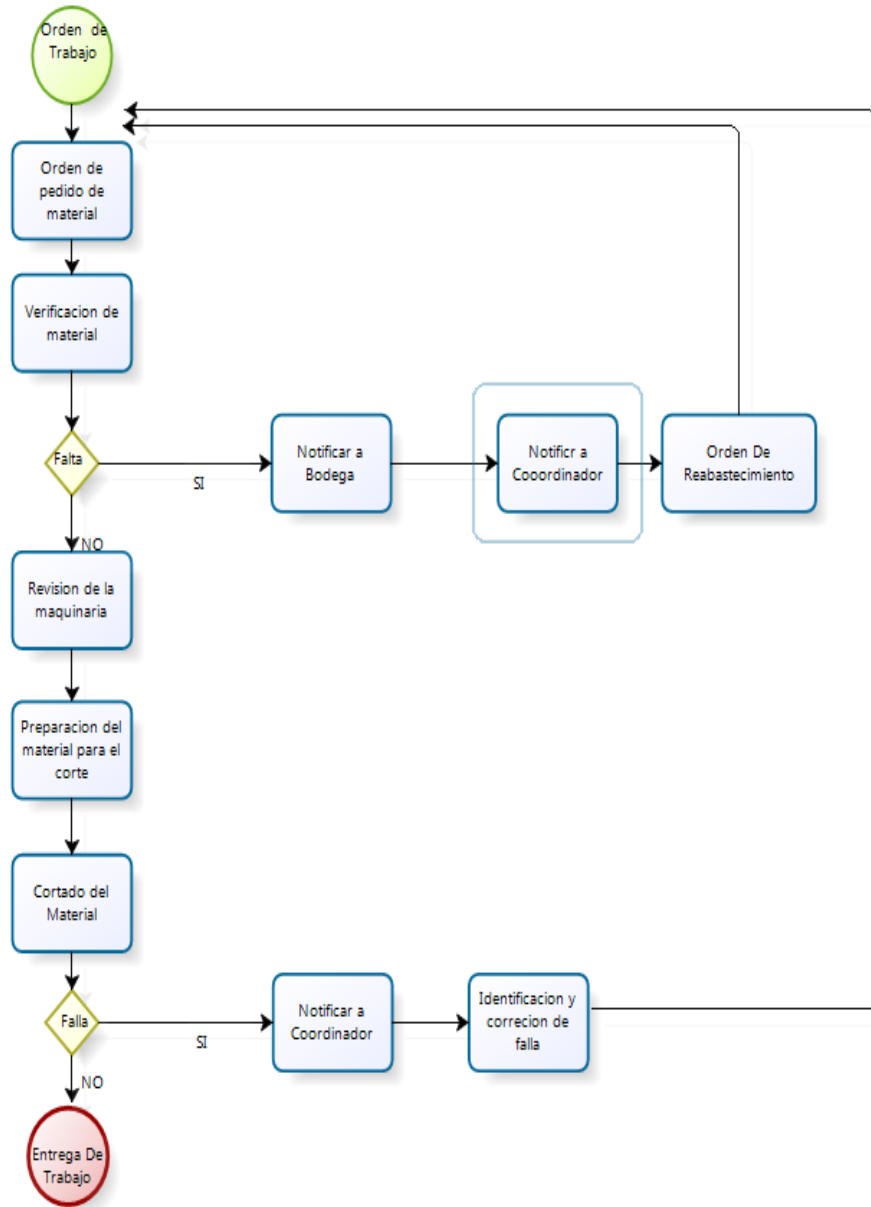
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.19.2.- Área de almacenamiento



**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

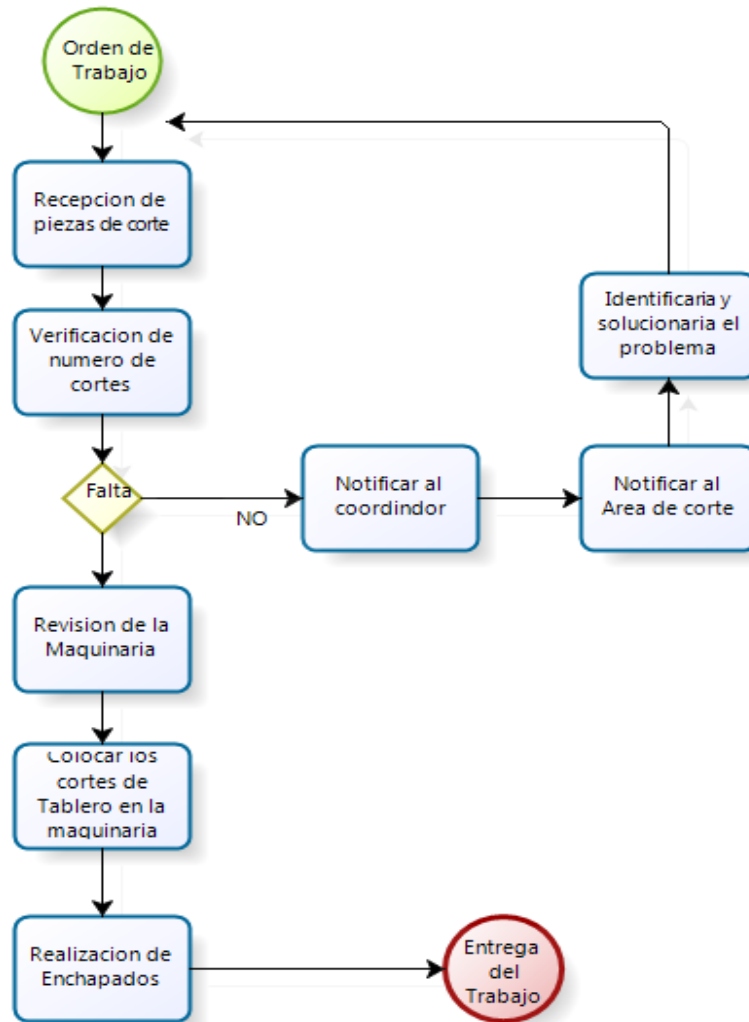
### 5.1.19.3.- Área de corte



**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

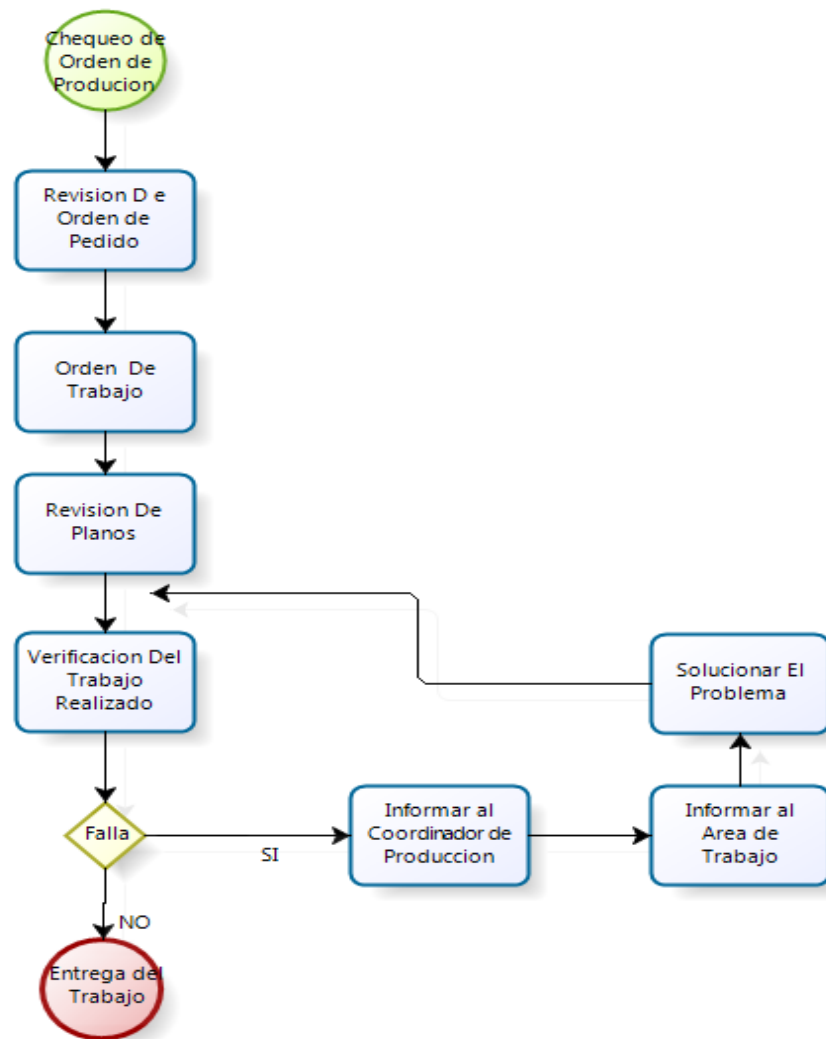


#### 5.1.19.4.- Área de acabado



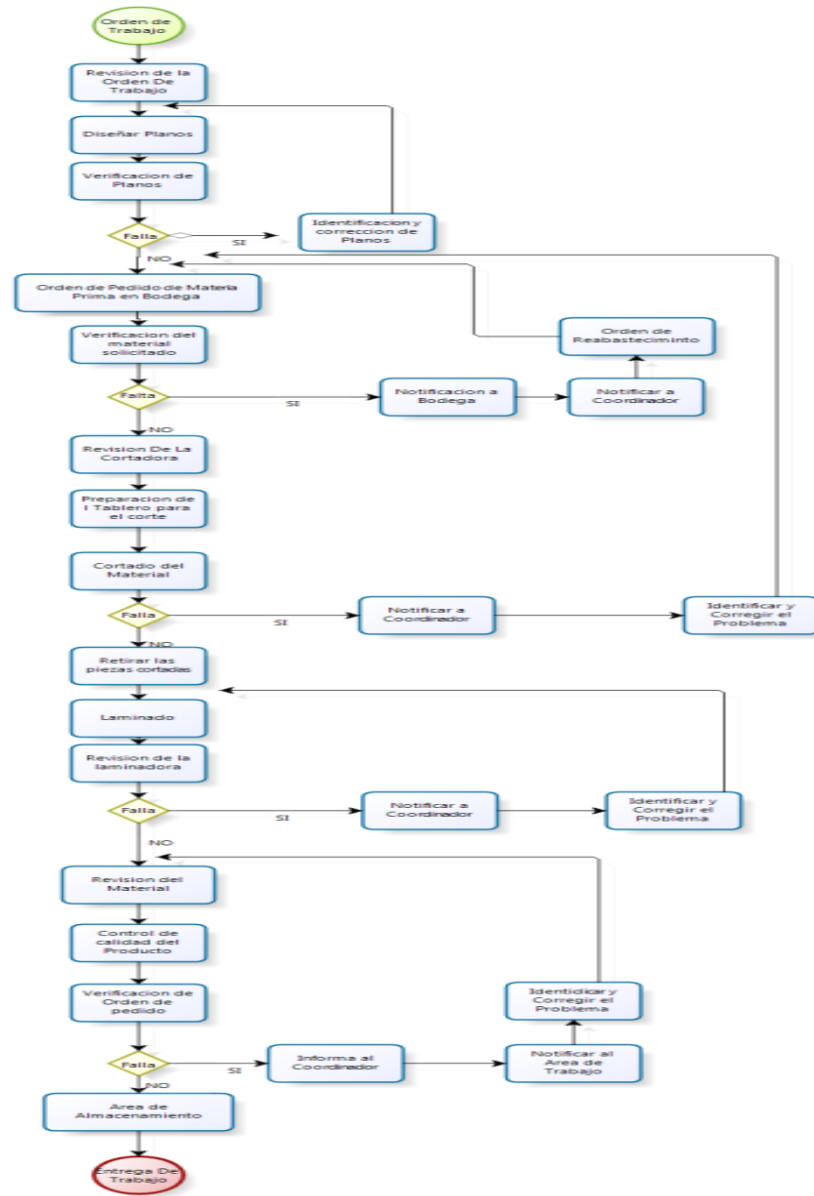
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.19.5.- Área de control de calidad



**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

5.1.19.6.- Diagrama de proceso de flujo



Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.19.7.- Diagrama de Procesos

	Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					O	□	D	↳	▽	
1	Diseño de planos	1	9,362							Lo que el cliente solicite
2	Revisión de planos		1,748							
3	Recepción de la materia prima		4,37							Registro del material recibido
4	Transporte de la materia prima a la cortadora		2,445							
5	Encender la maquinaria		0,5							
6	Colocar tablero para el corte de acuerdo a las dimensiones solicitadas		1,34							
7	Cortar el tablero		9,59							
8	Verificar los cortes									
9	Transportar los tableros para sus acabados o laminado de cantos		6,75							
10	Recepción de tableros cortados		2,33							
11	Verificación de los tableros		1,11							
12	Encender maquinaria		0,3							controlar la temperatura que es 120 grados
13	Colocar los cortes del tablero		1,5							
14	Realizar los acabados		1,6							
15	Transporte de los tableros		6,18							
16	Revisión de tableros		3,18							
17	Entrega de los tableros		5,18							
<b>Total</b>			57,485							
			00:57:29:1							

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.1.19.8.- Diagrama hombre maquina

ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL	HOMBRE 1	TH 1	HOMBRE 2	TH2	CORTADORA	TM1	LAMINADO	TM2
Cargar el material en la maquina	2,44		2,44		2,44				
Dimensionar el material	0,47		0,47						
Corte del material	19,83						19,83		
carga material maquina 2	0,37		0,37		0,37				
Preparación de la maquina 2	1,54								1,54
Laminado	18,36								18,36
Tiempo de Ciclo	43,01		3,28		2,81		19,83		19,9

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

***TimproductivoH1 = Tiempo de ciclo – Th improductivo 1***

***Timproductivo = 43,01 – 3,28***

***Timproductivo = 39,73***

***TimproductivoH2 = Tiempo de ciclo – Th improductivo 2***

***TimproductivoH2 = 40,2***

***TimproductivoM1 = Tiempo de ciclo – Th improductivo***

***TimproductivoM1 = 43,01 – 19,83= 23,18***

***TimproductivoM2 = Tiempo de ciclo – Th improductivo***

***TimproductivoM2 = 43,01 – 19,9 = 23,11***

***Eficiencia M1 =43,01/2,81***


***EM1 = 7%***

***Eficiencia M2 = Tiempo de ciclo/TM2***

***EM2 = 43,01/19,9***

***EM2 = 46%***

### 5.1.19.9.- Especificaciones de calidad

 duraplac   MELAMINA		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
ESPEORES mm [± 0.2]	TABLEROS / TARIMA [U]	FORMATO [m]	DENSIDAD [kg/m <sup>3</sup> ]	HUMEDAD [%]	ABSORCIÓN 2 h. [% Peso]	HINCHAMIENTO máx. 2 h. [%]	TRACCIÓN INTERNA <sup>1</sup> [kg/cm <sup>2</sup> ]	FLEXIÓN <sup>2</sup> [kg/cm <sup>2</sup> ]	AGARRE TORNILLO [kg]	
6	100	2.15 X 2.44	720 ± 6%	5 - 11	máx. 35	STD: mín. 8 *RH: mín. 30	STD: mín. 8 RH: mín. 9	STD: mín. 200 RH: mín. 250	N/A	
9	70		STD: 690 ± 6% RH: 700 ± 6%				STD: mín. 7.5 RH: mín. 9			
12	55		650 ± 6%				STD: mín. 5.5 RH: mín. 6.5	mín. 180		STD: mín. 85 RH: mín. 90
15	44		630 ± 6%				STD: mín. 5 RH: mín. 6.5			
18	36						STD: mín. 5 RH: mín. 7	STD: mín. 85 RH: mín. 90		
19	35						STD: mín. 4.5 RH: mín. 7			STD: mín. 80 RH: mín. 90
25	26						STD: mín. 4.5 RH: mín. 6	STD: mín. 80 RH: mín. 90		
30	22									

Fuente: Aglomerados Cotopaxi

## 5.2.- Obtención de resultados en base al segundo objetivo

### 5.2.1.- Estudio de tiempos

### 5.2.2.- Muestras

**Tabla 18:** Muestras de tiempos

N°	Actividad	Muestras (min.)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Diseño del plano	6,53	6,25	6,57	6,31	6,12	6,33	6,28	6,10	6,50	6,63
2	Revisión de planos	1,76	1,72	1,79	1,75	1,70	1,78	1,71	1,79	1,76	1,72
3	Recepción de materia prima	3,63	3,81	3,23	3,32	3,37	3,54	3,47	3,90	3,75	3,35
4	Transporte de la materia prima a la cortadora	2,40	2,46	2,45	2,42	2,44	2,47	2,49	2,48	2,43	2,41
5	Encender la maquinaria	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
6	Colocación del tablero a cortar	1,09	1,00	1,06	1,08	1,02	1,10	1,09	1,07	1,05	1,09
7	Cortar el tablero	0,55	0,50	0,45	0,59	0,58	0,51	0,59	0,57	0,49	0,48
8	Verificar los cortes	1,35	1,30	1,33	1,35	1,37	1,36	1,39	1,34	1,37	1,33
9	Trasportar los tableros para sus acabados o laminado de cantos	1,50	1,55	1,51	1,57	1,54	1,53	1,56	1,51	1,59	1,58
10	Recepción de tableros cortados para laminado	2,17	2,12	2,11	2,19	2,20	2,22	2,17	2,15	2,18	2,13
11	Verificación de los tableros	1,05	1,03	1,09	1,09	1,08	1,09	1,05	1,04	1,07	1,07
12	Encender maquinaria de laminado	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
13	Colocar los cortes del tablero	1,45	1,46	1,40	1,43	1,41	1,46	1,49	1,48	1,47	1,46
14	Realizar los acabados	1,10	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,13	1,12	1,11	1,13
15	Transporte de los tableros del laminado a almacenamiento	1,20	1,25	1,22	1,28	1,26	1,27	1,26	1,25	1,28	1,28
16	Revisión de tableros	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	Entrega de los tableros o almacenamiento	1,15	1,14	1,16	1,18	1,18	1,15	1,17	1,15	1,16	1,19



En el área estudiada que corresponde al proceso de corte de tableros de distintas medidas se registraron 10 muestras de tiempos cronometrados por actividad realizada por el operario, el cálculo para determinar el tiempo total de la actividad se realiza en base a la siguiente ecuación:

$$\text{TIEMPO TOTAL} = \sum \text{Tiempos de la muestras} \quad (9)$$

Mediante la obtención de los tiempos realizados por el operario, se obtiene la siguiente sumatoria de los tiempos, el cálculo para determinar las muestras o los tiempos del trabajo se realiza en base a la Tabla 18

**Tabla 19:** Muestras de tiempos

N°	Muestras (min.)										SUMA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	6,53	6,25	6,57	6,31	6,12	6,33	6,28	6,10	6,50	6,63	63,62
2	1,76	1,72	1,79	1,75	1,70	1,78	1,71	1,79	1,76	1,72	17,48
3	3,63	3,81	3,23	3,32	3,37	3,54	3,47	3,90	3,75	3,35	35,37
4	2,40	2,46	2,45	2,42	2,44	2,47	2,49	2,48	2,43	2,41	24,45
5	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	4,50
6	1,09	1,00	1,06	1,08	1,02	1,10	1,09	1,07	1,05	1,09	10,65
7	0,55	0,50	0,45	0,59	0,58	0,51	0,59	0,57	0,49	0,48	5,31
8	1,35	1,30	1,33	1,35	1,37	1,36	1,39	1,34	1,37	1,33	13,49
9	1,50	1,55	1,51	1,57	1,54	1,53	1,56	1,51	1,59	1,58	15,44
10	2,17	2,12	2,11	2,19	2,20	2,22	2,17	2,15	2,18	2,13	21,64
11	1,05	1,03	1,09	1,09	1,08	1,09	1,05	1,04	1,07	1,07	10,66
12	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	3,00
13	1,45	1,46	1,40	1,43	1,41	1,46	1,49	1,48	1,47	1,46	14,51
14	1,10	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,13	1,12	1,11	1,13	11,15
15	1,20	1,25	1,22	1,28	1,26	1,27	1,26	1,25	1,28	1,28	12,55
16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00
17	1,15	1,14	1,16	1,18	1,18	1,15	1,17	1,15	1,16	1,19	11,63
SUMA	28,68	28,46	28,24	28,42	28,13	28,66	28,60	28,70	28,96	28,60	285,45

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.2.3.- Desviación estándar

DETALLE	Muestras (min.)										SUMA	PROMEDIO	DESV.
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
NUMERO	28,68	28,46	28,24	28,42	28,13	28,66	28,60	28,70	28,96	28,6	285,45	28,545	0,2408
hh.mm.ss.dd	0:28:40:8	0:28:27:6	0:28:14:4	0:28:25:2	0:28:07:8	0:28:39:6	0:28:36:00	0:28:42:00	0:28:57:6	0:28:36:00	4:45:45:00	0:28:32:7	0:00:14:44

**Figura 50:** Desviación Estándar

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

La desviación estándar obtenida será la tolerancia  $\pm$  en relación al tiempo promedio, de las cuales se obtiene un tiempo máximo de 28 minutos con 47 segundos y 14 décimas y un Tiempo mínimo de 28 minutos con 18 segundos y 25 décimas, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo Maximo (min)} = \text{Tiempo Promedio} + \text{Desviacion Estandar} \quad (10)$$

$$\text{Tiempo Maximo (min)} = 28,545 + 0,2408$$

$$\text{Tiempo Maximo (min)} = 28,7858$$

$$\text{Tiempo Maximo} = 00: 28: 47: 14$$

$$\text{Tiempo Minimo (min)} = \text{Tiempo Promedio} - \text{Desviacion Estandar} \quad (11)$$

$$\text{Tiempo Minimo (min)} = 28,545 - 0,2408$$

$$\text{Tiempo Minimo (min)} = 28,3042$$

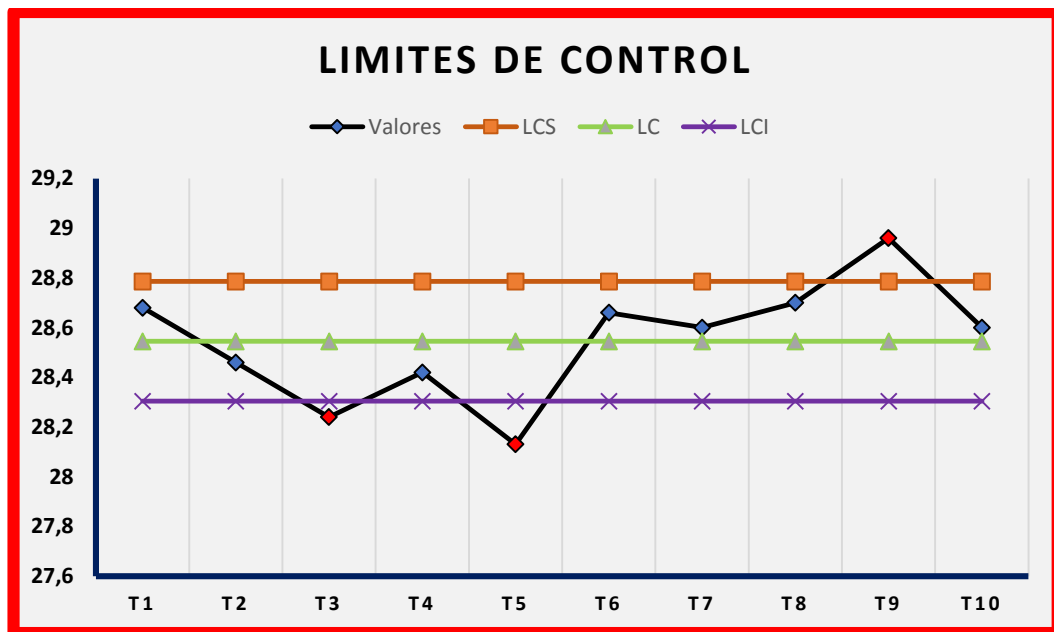
$$\text{Tiempo Minimo} = 00: 28: 18: 25$$

Los tiempos considerados dentro de la tolerancia  $T_{max}$ . y  $T_{min}$ . Son: T1, T2, T4, T6, T7, T8, T10

**Tabla 20:** Límite de control

# de muestra	Valores	LCS	LC	LCI
T1	28,68	28,7858	28,545	28,3042
T2	28,46	28,7858	28,545	28,3042
T3	28,24	28,7858	28,545	28,3042
T4	28,42	28,7858	28,545	28,3042
T5	28,13	28,7858	28,545	28,3042
T6	28,66	28,7858	28,545	28,3042
T7	28,6	28,7858	28,545	28,3042
T8	28,7	28,7858	28,545	28,3042
T9	28,96	28,7858	28,545	28,3042
T10	28,6	28,7858	28,545	28,3042

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



**Figura 51:** Grafico de control

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

#### 5.2.4.- Tiempo promedio

El tiempo promedio se obtuvo a base a la cantidad de muestras que están dentro de la tolerancia ya determinadas anteriormente en la Tabla 19, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\sum \text{sumatoria de tiempos de la muestra}}{\# \text{ de muestras}} \quad (12)$$

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{285,45}{10}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 28,545 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 00:28:32,7$$

Mediante el análisis se determinó como resultado un tiempo promedio TOM en el área del corte del tablero de 28 minutos con 32 segundos y 7 décimas.

### 5.2.5.- Método de valoración del ritmo de trabajo

Los factores del ritmo de trabajo expresan el desenvolvimiento del operador con la estación de trabajo tomando en cuenta las Habilidades, Esfuerzos, Condiciones y Consistencias, para ello se ha valorado en cada uno de los factores un valor de: 0.00 D Promedio y 0,03 C2 Bueno ya que el área estudiada presenta un proceso nivelado, esta valoración aplica en todo el proceso lo que se obtiene un valor de Ritmo de trabajo del 100%

**Tabla 21:** Valoración del ritmo de trabajo

Factor	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Σ Total	Total R.
Detalle	C2 (Bueno)	D (Promedio)	D (Promedio)	D (Promedio)		
Ritmo	0,03	0,00	0,00	0,00	<b>0,03</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

**Tabla 22:** Ritmo de trabajo

<b>Habilidad</b>		<b>Esfuerzo</b>	
0,15	A1	0,15	A1
0,13	A2 Habilísimo	0,13	A2 Habilísimo
0,11	B1	0,11	B1
0,08	B2 Excelente	0,08	B2 Excelente
0,06	C1	0,06	C1
0,03	C2 Bueno	0,03	C2 Bueno
0,00	D Promedio	0,00	D Promedio
-0,05	E1	-0,05	E1
-0,10	E2 Regular	-0,10	E2 Regular
-0,15	F1	-0,15	F1
-0,22	F2 Deficiente	-0,22	F2 Deficiente
<b>Condiciones</b>		<b>Consistencia</b>	
0,06	A Ideales	0,04	A Perfecto
0,04	B Excelente	0,03	B Excelente
0,02	C Buenas	0,01	C Buena
0,00	D Promedio	0,00	D Promedio
-0,03	E Regulares	-0,02	E Regular
-0,07	F Malas	-0,04	F Deficiente

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.2.6.- Tiempo normal

En el área estudiada correspondiente al proceso de corte, se registra diez tiempos cronometrados en la actividad realizada por el operario, la determinación del Tiempo Normal se realiza en base a la Tabla 23, de las cuales se obtiene como resultado un tiempo normal por cada actividad y con un Tiempo Normal de 29 minutos con 24 segundos y 06 décimas, el cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} * \left( \left( \frac{\text{ritmo determinado}}{\text{ritmo estándar}} \right) + 1 \right) \quad (13)$$

$$\text{Tiempo normal} = 28,545 * \left( \left( \frac{3}{100} \right) + 1 \right)$$

$$\text{Tiempo normal} = 29,401 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo normal} = 00:29:24:06$$

### 5.2.7.- Tiempo estándar

Para la determinación de los tiempos estándar por actividad en el área estudiada se tomó en consideración los suplementos por descanso que establece la Organización Internacional del Trabajo OIT, de las cuales se detallan en la figura 52, puesto que se clasifican en suplementos constantes y suplementos variables.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>			
<b>a) Trabajo de Pie</b>			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
<b>b) Postura anormal</b>			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinado)	2	3	6	21	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			3	64	
Peso levantado por kilogramo			2	100	
2.5	0	1	<b>f) Tensión visual</b>		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	0	0
7.5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
10	3	4	Trabajos de gran precisión	5	5
12.5	4	6	<b>g) Ruido</b>		
15	5	8	Continuo	0	0
17.5	7	10	Intermitente y fuerte	2	2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte	5	5
22.5	11	16	Estridente y muy fuerte	7	7
25	13	20 (máx.)	<b>h) Tensión mental</b>		
30	17	-	Proceso algo complejo	1	1
33.5	22	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
			Proceso muy complejo	8	8
<b>d) Iluminación</b>			<b>i) Monotonía mental</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			<b>j) Monotonía física</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

**Figura 52:** Suplementos por descanso

Los tiempos estándar se obtiene mediante la relación del tiempo normal de la actividad adicionalmente multiplicando por uno, más el suplemento considerando el necesario dependiendo de la actividad que se realiza, para la área estudiada del proceso de corte se

considera los suplementos más adecuados basado en la Tabla 22, de las cuales se obtiene los suplementos constantes por necesidades personales y por fatiga del operador, como suplementos variables por trabajo de pie, uso de la fuerza o energía muscular, ruido y tensión mental. Los suplementos utilizados en el estudio se detallan a continuación.

**Tabla 23:** Suplementos de descanso aplicado en la microempresa

SUPLEMENTOS	DETALLE	VALOR
a) Trabajo de pie	Trabajo de pie	2
b) Postura anormal	Incomodo	2
c) Uso de la fuerza	7,5 kg	2
d) Iluminación	Ligeramente por debajo	0
e) Condiciones atmosféricas	Índice de enfriamiento	0
f) Tensión Visual	Trabajos de precisión	2
g) Ruido	Intermitente y fuerte	2
h) Tensión mental	Proceso Complejo	4
i) Monotonía Mental	Trabajo algo monótono	0
j) Monotonía física	Trabajo algo aburrido	0
TOTAL		14
Total en respecto a la unidad		<b>0,14</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

La fórmula utilizada para determinar el tiempo estándar:

$$\text{Tiempo estandar} = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplementos}) \quad (14)$$

$$\text{Tiempo estandar} = 29,401 * (1 + 0,14)$$

$$\text{Tiempo estandar} = 33,52 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo estandar} = 00: 33: 31: 2$$

## 5.2.8.- Resumen de los tiempos estudiados

**Tabla 24:** Resumen del estudio de tiempos

N°	Actividad	Muestras (min.)										SUMA	TOM	RITMO	TN	SUPLM.	TS
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10						
1	Diseño del plano	6,53	6,25	6,57	6,31	6,12	6,33	6,28	6,10	6,50	6,63	63,62	6,36	0,03	6,55	0,14	7,47
2	Revisión de planos	1,76	1,72	1,79	1,75	1,70	1,78	1,71	1,79	1,76	1,72	17,48	1,75	0,03	1,80	0,14	2,05
3	Recepción de materia prima	3,63	3,81	3,23	3,32	3,37	3,54	3,47	3,90	3,75	3,35	35,37	3,54	0,03	3,64	0,14	4,15
4	Transporte de la materia prima a la cortadora	2,40	2,46	2,45	2,42	2,44	2,47	2,49	2,48	2,43	2,41	24,45	2,45	0,03	2,52	0,14	2,87
5	Encender la maquinaria	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	4,50	0,45	0,03	0,46	0,14	0,53
6	Colocación del tablero a cortar	1,09	1,00	1,06	1,08	1,02	1,10	1,09	1,07	1,05	1,09	10,65	1,07	0,03	1,10	0,14	1,25
7	Cortar el tablero	0,55	0,50	0,45	0,59	0,58	0,51	0,59	0,57	0,49	0,48	5,31	0,53	0,03	0,55	0,14	0,62
8	Verificar los cortes	1,35	1,30	1,33	1,35	1,37	1,36	1,39	1,34	1,37	1,33	13,49	1,35	0,03	1,39	0,14	1,58
9	Transportar los tableros para sus acabados o laminado de cantos	1,50	1,55	1,51	1,57	1,54	1,53	1,56	1,51	1,59	1,58	15,44	1,54	0,03	1,59	0,14	1,81
10	Recepción de tableros cortados para laminado	2,17	2,12	2,11	2,19	2,20	2,22	2,17	2,15	2,18	2,13	21,64	2,16	0,03	2,23	0,14	2,54
11	Verificación de los tableros	1,05	1,03	1,09	1,09	1,08	1,09	1,05	1,04	1,07	1,07	10,66	1,07	0,03	1,10	0,14	1,25
12	Encender maquinaria de laminado	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	3,00	0,30	0,03	0,31	0,14	0,35
13	Colocar los cortes del tablero	1,45	1,46	1,40	1,43	1,41	1,46	1,49	1,48	1,47	1,46	14,51	1,45	0,03	1,49	0,14	1,70
14	Realizar los acabados	1,10	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,13	1,12	1,11	1,13	11,15	1,12	0,03	1,15	0,14	1,31
15	Transporte de los tableros del laminado a almacenamiento	1,20	1,25	1,22	1,28	1,26	1,27	1,26	1,25	1,28	1,28	12,55	1,26	0,03	1,29	0,14	1,47
16	Revisión de tableros	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1,00	0,03	1,03	0,14	1,17
17	Entrega de los tableros o almacenamiento	1,15	1,14	1,16	1,18	1,18	1,15	1,17	1,15	1,16	1,19	11,63	1,16	0,03	1,20	0,14	1,37
<b>SUMA</b>		<b>28,68</b>	<b>28,46</b>	<b>28,24</b>	<b>28,42</b>	<b>28,13</b>	<b>28,66</b>	<b>28,60</b>	<b>28,70</b>	<b>28,96</b>	<b>28,60</b>	<b>285,45</b>	<b>28,55</b>	<b>0,03</b>	<b>29,40</b>	<b>0,14</b>	<b>33,52</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



### 5.2.9.- Balance de la línea de corte

Con el propósito de determinar el tiempo estándar total de la línea de corte de tableros en primera instancia se analiza el tiempo total estándar del área estudiada, de la cual se obtiene 33 minutos con 31 segundos y 2 décimas, de acuerdo al análisis del tiempo estándar del área estudiada se analiza el tiempo de cada actividad con el fin que los operarios se ajusten a la misma carga de trabajo en el tiempo de la jornada laboral, para ello se analiza el tiempo de jornada laboral, y los tiempos que no son considerados para producir unidades, de las cuales se detalla en la Tabla 25.

**Tabla 25:** Detalle de tiempo laboral

Actividades	T (hh:mm:ss,dd)	Tiempo (min)
Reuniones de la mañana	00:05:00:00	5 min
Mantenimiento autónomo	00:05:00:00	5 min
Limpieza	00:05:00:00	5 min
Otros	00:05:00:00	5 min
Tiempo Improductivo	00:25:00:00	20 min
Tiempo laboral	08:00:00:00	480 min
Tiempo disponible	07:40:00:00	460 min
<b>Unidades planificadas</b>		25 unidades

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### 5.2.10.- Takt Time

Mediante el análisis anteriormente determinado que se detalla en la Tabla 25, se obtiene un tiempo disponible de 7 horas con 40 minutos y 0 segundos correspondiente a 460 minutos que son utilizadas para generar las 25 unidades planificadas.

**Tabla 26:** Formula del cálculo de Takt Time

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo Disponible laboral}}{\text{Unidades planificadas}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{460 \text{ minutos}}{25 \text{ unidades}}$$

$$\text{Takt Time} = 18,40 \frac{\text{minutos}}{\text{unidades}}$$

$$\text{Takt Time} = 00:18:24:00$$

Del cálculo del Takt time se indica el ciclo en el que debe salir una unidad cortada, laminada listo para la entrega al cliente del área del corte siendo este el ritmo de producción con un tiempo de 18 minutos con 24 segundos y 0 décimas.

### 5.2.11.- Representación gráfica del equilibrio de la línea de corte

Con el propósito de analizar de mejor forma el tiempo de cada trabajo del operario en el área estudiada, se realiza una representación gráfica en barras, ver Figura 53, de las cuales se detalla el tiempo que necesita cada una de las estaciones para realizar sus actividades, adicionalmente se relaciona el Takt time en el que indica el tiempo que debe salir un tablero listo para la entrega.

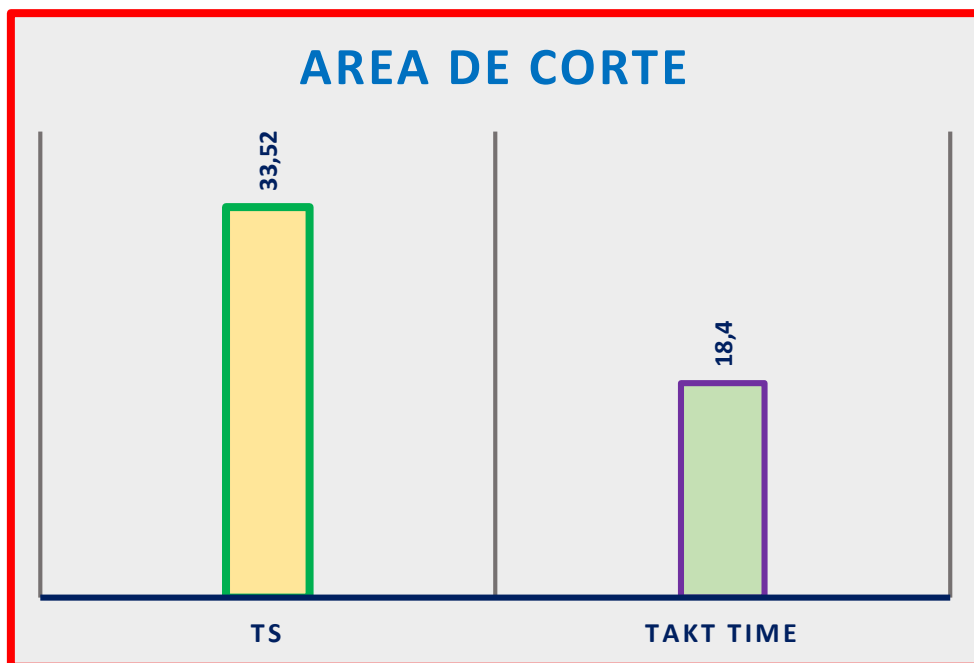


Figura 53: Equilibrio de la línea

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

De acuerdo a la representación de la relación de los tiempos de Tiempo estándar y el Takt time calculado, se procede a la toma de decisiones que ayude a distribuir de mejor manera los tiempos empleados con el fin de obtener un balance de trabajo dentro de la línea de corte de tableros ajustándose al tiempo que requiere una unidad en ser listo para la entrega.

### 5.2.12.- Número de estaciones NT

Mediante la determinación del número de estaciones en relación al total de tiempo de las tareas de 33,52 minutos dividido para el Takt time de 18 minutos con 12 segundo y 0 décimas se obtiene como resultado  $1,473 \approx 2$  estaciones de trabajo, el cálculo se la realiza mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Numero de Estaciones} = \frac{\text{Tiempo de Tareas}}{\text{Tackt Time}} \quad (15)$$

$$\text{Numero de Estaciones} = \frac{33,52}{18,40}$$

$$\text{Numero de Estaciones} = 1,822 \text{ Estaciones} \approx 2 \text{ Estaciones}$$

### 5.2.13.- Eficiencia de la Línea de corte

De los tiempos obtenidos de las dos estaciones de la línea de corte en relación al número de estaciones y al Takt time calculado se determina la eficiencia que tiene la línea para cumplir 25 unidades planificadas por la organización con un operador por estación de trabajo, de las cuales se obtiene como resultado un 182,17% de eficiencia.

$$\text{Eficiencia del corte} = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de la línea}}{\text{Numero de estaciones} * \text{Takt Time}} * 100\% \quad (16)$$

$$\text{Eficiencia del corte} = \frac{33,52}{1 * 18,40} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia del corte} = 182,17\%$$

Para determinar la eficiencia mejorado en relación al número de estaciones calcula se obtiene como resultado 91,09% de eficiencia.

$$\text{Eficiencia del corte} = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de la línea}}{\text{Numero de estaciones} * \text{Takt Time}} * 100\% \quad (17)$$

$$\text{Eficiencia del corte} = \frac{33,52}{2 * 18,40} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia del corte} = 91,09\%$$

### 5.2.14.- Índice de productividad

El índice de productividad demuestra la cantidad de unidades que se puede hacer en una hora en cada estación de trabajo, de la cuales se obtiene como resultado que se debe producir 2 unidades completamente y un avance del 26% de la siguiente unidad, Para la determinación del IP se relaciona las unidades de producción daría y el tiempo que se dispone, para la cual se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Indice de Productividad} = \frac{\text{Produccion Diaria}}{\text{Tiempo Disponible laboral}} \quad (18)$$

$$\text{Indice de Productividad} = \frac{25 \text{ unidades}}{460 \text{ minutos}}$$

$$\text{Indice de Productividad} = 0,054 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$\text{Indice de Productividad} = 0,054 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Indice de Productividad} = 3,26 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

### 5.2.15.- Numero de Operarios

Para la determinación del número de operarios que se necesita en la línea para cumplir con las unidades planificadas se relaciona el tiempo total estándar de la línea multiplicado por el IP sobre la eficiencia productiva correspondiente al 91,09%, de la cual se obtiene un resultado de 4 operarios necesarios en la línea de tres estaciones.

$$\text{Numero de Operario} = \frac{\text{Tiempo Estandar} * \text{Indice de Productividad}}{\text{Eficiencia}} \quad (19)$$

$$\text{Numero de Operario} = \frac{33,52 * 0,054}{0,9109}$$

$$\text{Numero de Operario} = 1,987 \approx 2 \text{ Operarios}$$

### 5.2.16.- Productividad

Para la determinación de la productividad se realiza el análisis tomando en cuenta las unidades planificadas por la organización dividido para el total de operarios actual que existe dentro de la línea de corte con el propósito de representar datos reales del aprovechamiento del recurso humano el análisis se lo realiza con la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion Real}}{\text{Operarios Actuales}} \quad (20)$$

$$\text{Productividad} = \frac{25 \text{ unidades}}{2 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad} = 12,5 \frac{\text{unidades}}{\text{operarios}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{3,26 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}}{2 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad} = 1,63 \frac{\text{unidad}}{\text{hora} * \text{operario}}$$

### 5.3.- Obtención de resultados en base al tercer objetivo

#### 5.3.1.- Optimización de corte indicación corte a corte para un despiece efectivo de tableros.

Gracias al sistema de optimización de corte profesional OptiBase V-Cut de HOLZ-HER, se consigue siempre el mejor resultado de optimización gracias a un perfecto aprovechamiento del material. La interfaz de usuario y la pantalla táctil de 10" colocadas al alcance de la vista permiten la operación y gestión simple y rápida de pedidos, material y listas de piezas.



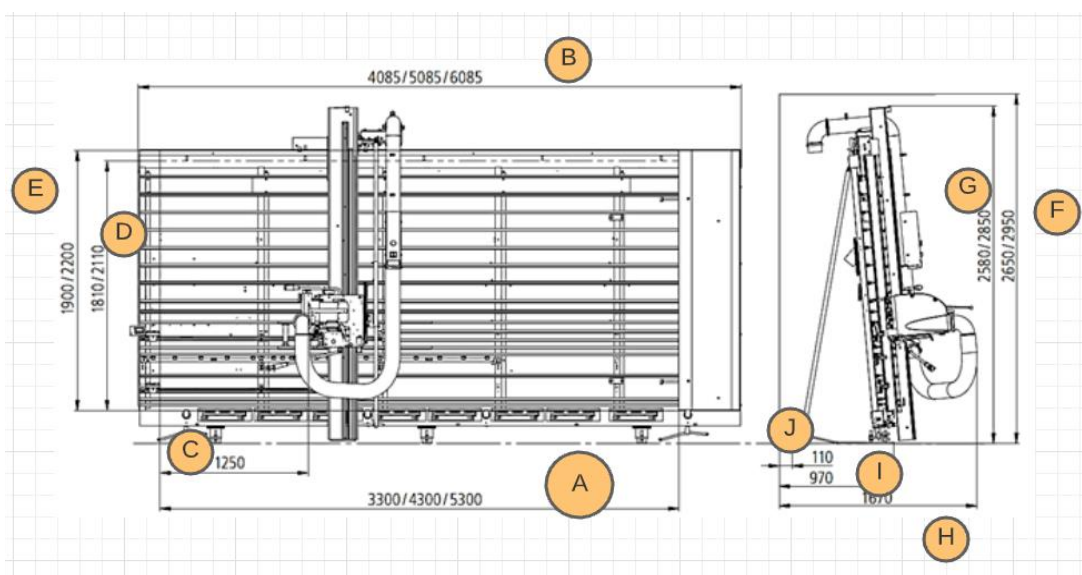
**Figura 54:** Panel digital. [30]

Gracias a la impresora de etiquetas que viene incluida en el paquete de máquinas HOLZ HER, la identificación de piezas transcurre de forma homogénea y sin problemas:

- Tiene un software de optimización de sierras de corte para tableros verticales además se puede optimizar planes corte sin mayor esfuerzo.
- Se obtiene tiempos reducidos al máximo los restos de material y, de esta forma, se puede administrar profesionalmente el etiquetado.
- Es una cortadora con la opción de importar mediante la conexión a la red / por USB los proyectos de corte realizados en oficina, o de introducirlos directamente en la pantalla táctil.

- Utilización al máximo de materiales y mayor rendimiento gracias a un software inteligente

### 5.3.2.- Dimensiones de la maquina



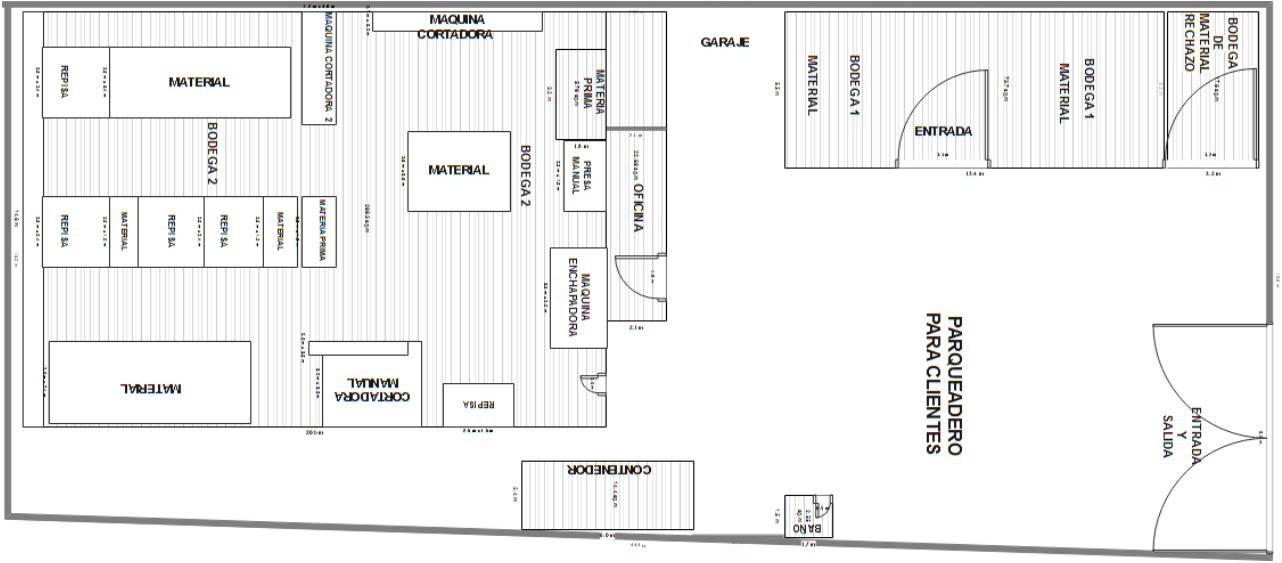
**Figura 55:** Dimensiones de la maquina [29]

**Tabla 27:** Dimensiones de la Maquinaria

OptiBase V-Cut de HOLZ-HER	
DETALLE	Dimensiones (mm)
A	3300/4300/5300
B	4085/5085/6085
C	1250
D	1810/2110
E	1900/2200
F	2650/2950
G	2580/2580
H	1670
I	970
J	110

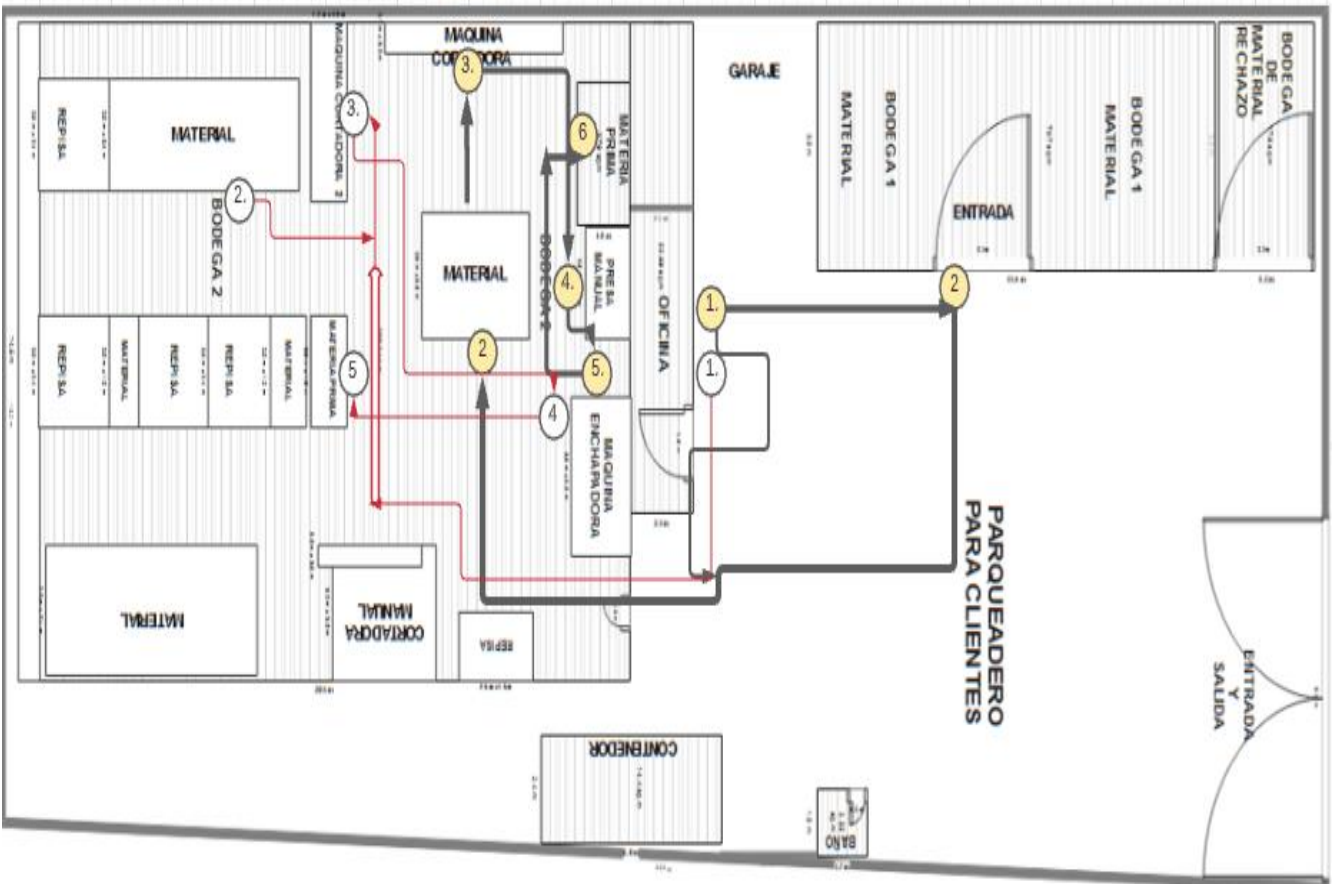
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

**5.3.3.- Layout de la microempresa**



Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

**5.3.4.- Diagrama de recorrido**



Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

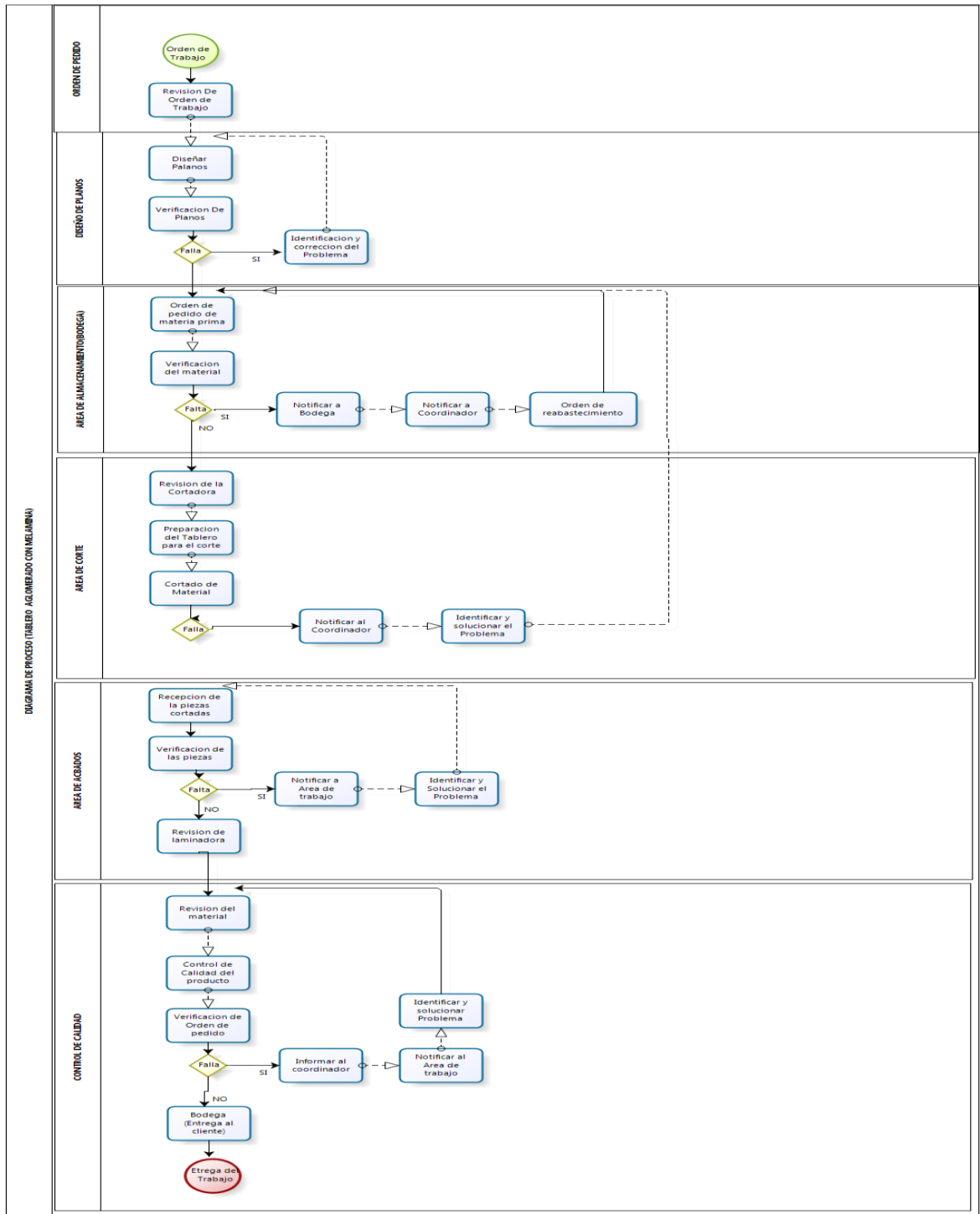
### 5.3.5.- Descripción de la Hoja de Operación Estándar.

Cursograma analítico de Proceso										
Fecha de elaboración:		Diagrama N°	1		Operario/Material/Maquina					
Fecha de revisión:		Hoja N°:	1		Resumen					
Este proceso consiste en el corte de tableros aglomerado melaminico blanco					Actividad	Actual	Propuesto			
Operación analizada:					Operaciones ○	8				
Metodo:					Transporte □	3				
Lugar:					Demoras D	2				
Operarios:					Inspecciones □	4				
Elaborado por:					Almacenajes ▽					
Revisado por:					Tiempo	28,560				
					Distancia					
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
				○	□	D	◻	▽		
1		6,36								Lo que el cliente solicite
2		1,75								
3		3,54								Registro del material recibido
4		2,45								
5		0,45								
6		1,07								
7		0,53								
8		1,35								
9		1,54								
10		2,16								
11		1,07								
12		0,3								controlar la temperatura que es 120 grados
13		1,45								
14		1,12								
15		1,26								
16		1								
17		1,16								
<b>Total</b>			28,560							

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



### 5.3.6.- Diagrama de flujo propuesto



Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

### **5.3.7.- Diagnóstico de los resultados de la propuesta**

#### **5.3.8.1.- Propuesta de distribución de la planta**

En el diseño propuesto se puede observar claramente la continuidad de los procesos de producción, eliminando los tiempos de transporte innecesarios que actualmente se necesitan para trasladar los materiales y realizar los cortes de los tableros.

La distribución propuesta no consta de la construcción de nuevas áreas o nuevas distribuciones que generen gastos a la organización, simplemente es la organización de los puestos de trabajo de tal manera que permitan la continuidad del proceso de cortes de tableros y de esta manera realizar el trabajo más rápido y de mejor calidad.

La capacitación del personal, también es de vital importancia, porque permite unir actividades que son innecesarias, un solo trabajador puede hacer varias funciones referentes al trabajo como, por ejemplo, la persona de almacenamiento que recibe los tableros terminados también puede realizar la inspección, de esta manera se eliminaría una actividad que genera pérdida de tiempo.

La capacitación en todas las áreas ocasiona que cada trabajador sea responsable de sus actividades y lo realicen de la mejor manera, esto permite que no existan retrasos de los procesos por alguna falla, si no que desde un principio los trabajos sean de calidad y no sea necesario pasar a cada momento por los puestos de inspección, puesto que cada trabajador inspecciona constantemente los trabajos que realiza.

#### **5.3.8.2.- Propuesta de mejora de maquinaria**

Las deficiencias en el área de corte son evidentes, puesto que en el proceso de corte se lo hace de manera inadecuada, pero es necesario realizar diagramas de flujos, estudios de tiempos que permitan realizar el trabajo más rápido y con menos esfuerzo físico evitando la fatiga de las personas y el ausentismo en casos especiales.

En el área de corte el trabajo lo realizan entre dos personas lo que ocasiona un cuello de botella que impide el procedimiento continuo, es necesario que exista un adecuado manejo de los tableros y maquinaria para realizar el trabajo de manera rápida, mientras la persona demora en rematar todas las partes, los trabajadores de las demás áreas como laminado se encuentran sin realizar ninguna actividad hasta que no esté completamente el tablero listo para laminar.

#### **5.3.8.3.- Propuesta de capacitación de personal**

Toda empresa que tiene personal adecuadamente capacitado efectúa sus actividades de manera rápida y eficiente desde el principio de un proceso productivo.

En las encuestas aplicadas al personal que labora en la organización se muestra claramente que la mayoría no ha tenido ningún tipo de capacitación lo que hace suponer que ejecutaban sus actividades de forma empírica y no conocían cómo desempeñar sus labores de manera rápida y eficiente evitando demoras innecesarias y el desgaste físico.

Para mejorar los tiempos de trabajo se capacito al personal mediante el jefe de la planta en temas referentes a:

- Procesos de producción de rastras
- Utilización correcta de máquinas y herramientas
- Utilización de equipos de protección personal
- Responsabilidad en el trabajo

Al capacitar a todo el personal se obtiene un ritmo constante de trabajo lo que permite que se ejecute más rápido las actividades, antes de capacitar se da en varios de los casos una valoración del 42,86% a la realización de las tareas, puesto que no todos trabajan de manera rápida y precisa, sino que lo hacían muy lento por falta de prácticas y escasos conocimientos del cómo realizar de manera normal las actividades.

Con los trabajadores ya capacitados y conociendo el tiempo promedio de cada uno, se procedió a tomar nuevamente los tiempos que se demoran en realizar sus actividades, como es de esperar cada persona mejoró su ritmo y tiempo de trabajo, a continuación se presenta el estudio de tiempos con el personal capacitado y con valoración del 100% a todas las actividades, además de los tiempos observados se reducirá el tiempo de recepción de materia prima y diseño del producto, de esta manera se conoce el tiempo real de corte de tableros con el personal capacitado y con la correcta distribución de las áreas, una vez obtenido el dato se compara con los resultados anteriores y se determina el ahorro de tiempo en el proceso de corte.

## **5.4.- Propuesta de distribución de la planta**

### **5.4.1.- Departamentos a analizar**

La microempresa Herrares Pilatasig propone el estudio de nueve factores para la implementación de una distribución de planta adecuada, para el trabajo actual sólo se nombrarán las consideraciones que aplican dentro de cada factor.

**Tabla 28:** Departamentos de la microempresa

#	DEPARTAMENTOS
1	RECEPCION DE MATERIALES
2	BODEGA
3	CORTE 1 (MILAMINICOS)
4	CORTE 2 (MDF)
5	PERFORADO
6	LAMINADO
7	CONTROL DE CALIDAD
8	ALMACENAJE
9	PARQUEDERO

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

#### 5.4.2.- Datos de los departamentos

**Tabla 29:** Datos de superficie de cada departamento

#	DEPARTAMENTOS	LADO	ANCHO	M <sup>2</sup>
1	RECEPCION DE MATERIALES	8	6	48
2	BODEGA	18,5	15,4	284,9
3	CORTE 1 (MILAMINICOS)	12	8	96
4	CORTE 2 (MDF)	12	8	96
5	PERFORADO	5	5	25
6	LAMINADO	7	6	42
7	CONTROL DE CALIDAD	7	7	49
8	ALMACENAJE	6	6	36
9	PARQUEDERO	7	5	35
<b>AREA REQUERIDA</b>				<b>711,9</b>
<b>AREA DE SOBRA</b>				153,9
<b>AREA TOTAL</b>		19,5	44,4	<b>865,8</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

#### 5.4.3.- Flujo de materiales

El flujo de materiales es una secuencia de actividades que nos ayuda a identificar la cercanía de cada una de las áreas de trabajo para obtener como resultado un diagrama de flujo con nuevo recorrido del operario. Como el objetivo de realizar una adecuada distribución de planta es reducir costos, se tendrá en cuenta los viajes que debe realizar el operario para transportar los materiales y no la cantidad de materiales como tal.

**Tabla 30:** Diagrama de flujo de materiales

#	ACTIVIDADES	●	□	D	➡	▽
1	Diseño de planos	1				
2	Revisión de planos		2			
3	Recepción de la materia prima	3				
4	Transporte de la materia prima a la cortadora				4	
5	Encender la maquinaria	5				
6	Colocar tablero para el corte de acuerdo a las dimensiones solicitadas	6				
7	Cortar el tablero			7		
8	Verificar los cortes		8			
9	Transportar los tableros para sus acabados o laminado de cantos				9	
10	Recepción de tableros cortados	10				
11	Verificación de los tableros		11			
12	Encender maquinaria	12				
13	Colocar los cortes del tablero			13		
14	Realizar los acabados	14				
15	Transporte de los tableros				15	
16	Revisión de tableros		16			
17	Entrega de los tableros	17				
Flujo diario ( unidades)		25				
Pedidos por semana		125				
Pedidos al mes		500				

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

#### 5.4.4.- Diagrama de relaciones

El diagrama de relaciones nos ayuda asignar el grado de importancia de cercanía respecto al número de viajes del operario, se establece una escala de intervalos que ponderan las claves del método SLP. Para proceder con la distribución dentro de la microempresa se aplica el método SLP dándole una ponderación de mayor a las claves más altas. A continuación, en la Tabla 31 se presenta la ponderación y valoración de cada clave para facilitar su desarrollo.

**Tabla 31:** Importancia de cercanías

Tabla de importancia de cercanías		
Clave	Prioridad	Valor
A	Absolutamente necesario	6
E	Especialmente necesario	5
I	Importante	4
O	Ordinario (Normal)	3
U	Sin importancia	2
X	No deseable	1

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

Después de conocer la importancia de cercanías detallada en la Tabla 31 se procede hacer la gráfica de relaciones en base a los departamentos identificados de la microempresa que pueden dar importancia de cercanía entre departamentos diferentes a la cantidad de flujo, al realizar la gráfica de relaciones se la puede visualizar en la tabla 32 en forma triangular donde se dividen las intersecciones entre departamentos para así asignar tanto la clave o el valor como la razón de la cual proviene este valor.

**Tabla 32:** Diagrama de relaciones

#	DEPARTAMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	RECEPCION DE MATERIALES		A	E	E	O	A	A	E	X
2	BODEGA			A	A	O	A	A	E	I
3	CORTE 1 (MILAMINICOS)				O	O	A	A	I	X
4	CORTE 2 (MDF)					O	A	A	I	X
5	PERFORADO						U	E	U	X
6	LAMINADO							A	U	X
7	CONTROL DE CALIDAD								A	X
8	ALMACENAJE									A
9	PARQUEDERO									

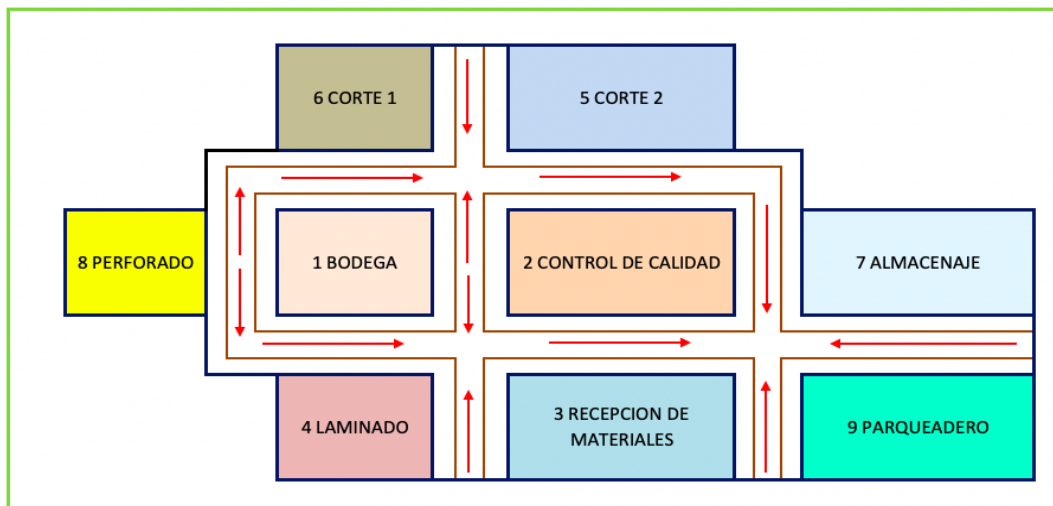
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

**5.4.5.- Plan de distribución**

**Tabla 33:** Distribución de la planta

#	DEPARTAMENTOS	TCR	M^2
1	BODEGA	42	284,9
2	CONTROL DE CALIDAD	42	49
3	RECEPCION DE MATERIA PRIMA	37	48
4	LAMINADO	35	42
5	CORTE 2 (MDF)	34	96
6	CORTE 1 (MILAMINICOS)	34	96
7	ALMACENAJE	34	36
8	PERFORADO	22	25
9	PARQUEADERO	16	35
SUPERFICIE REQUERIDA			<b>711,9</b>
SUPERFICIE DISPONIBLE			<b>865,8</b>

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



**Figura 56:** Distribución ideal de la planta

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

#### 5.4.6.- Análisis de distribución ideal de la planta

Una vez obtenida la opción de layout que se mostró anteriormente, la cual fue ejecutada en el algoritmo CORELAP, mediante un software computacional. En la siguiente figura 63 se aprecia la ventana de inicio del programa.



**Figura 57:** Software Corelap 01

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

Para proceder a realizar la nueva distribución con la ayuda del software Corelap 01 se inicia el programa se da clic en el botón “Nuevo” para comenzar un proyecto nuevo. Con el software abierto y una página nueva se procede a colocar los departamentos que tiene la microempresa o con la que desea trabajar, se procede a escribir el nombre de cada departamento o las áreas de cada uno con la superficie que ocupa cada uno, además de la superficie general del terreno. Para continuar se ingresaron las secciones con las que va a contar la nueva instalación y sus respectivas áreas que se muestran en la tabla 33, y el tamaño disponible con el que se cuenta, el cual es 865,8 [m<sup>2</sup>] obtenido previamente.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	DE MATERIALES	48
2	BODEGA	284,9
3	CORTE 1	96
4	CORTE 2	96
5	PERFORADO	25
6	LAMINADO	42
7	TROL DE CALIDAD	49
8	ALMACENAJE	36
9	PARQUEADERO	35

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

**Figura 58:** Introducción de datos de departamentos en Corelap 01

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

Para realizar la valoración de departamentos con mayor importancia a diferencia de lo menores se procede a utilizaron los pesos numéricos que señala el autor Chase. Los pesos numéricos asignados fueron: “A” =6, “E” =5, “I” = 4, “O” =3, “U” =2, “X” =1. En la Tabla 31 se puede observar la ventana con el planteamiento del problema de acuerdo a la organización en estudio.

Se procede a ingresar los datos requeridos por el programa, se da clic en el botón “CONTINUAR” y aparece una ventana en la cual hay que ingresar las relaciones entre los departamentos obtenidas previamente ver tabla 31y 33: Diagrama de relación de actividades). En la figura 58 se puede observar la programación con las relaciones realizadas.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	DE MATERIALES	48		A	E	E	O	A	A	E	X	
2	BODEGA	284,9			A	A	O	A	A	E	I	
3	CORTE 1	96				O	O	A	A	I	X	
4	CORTE 2	96					O	A	A	I	X	
5	PERFORADO	25						U	E	U	X	
6	LAMINADO	42							A	U	X	
7	TROL DE CALIDAD	49								A	X	
8	ALMACENAJE	36									A	
9	PARQUEADERO	35										

**Figura 59:** Ventana “Planteamiento” del software CORELAP 01 con relaciones entre departamentos

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



Con los valores ya agregados se procede hacer clic en el botón “SEGUIR” el programa despliega una ventana con todos los datos ingresados anteriormente (departamentos, superficie y superficie disponible) además nos muestra el valor del cálculo TCR de cada departamento ver figura 59.

CORELAP 01\_Presentación Resultados

### ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	BODEGA	42	284,9
2.-	CONTROL DE CAL	42	49
3.-	RECEP. DE MATE	37	48
4.-	LAMINADO	35	42
5.-	CORTE 2	34	96
6.-	CORTE 1	34	96
7.-	ALMACENAJE	34	36
8.-	PERFORADO	22	25
9.-	PARQUEADERO	16	35

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

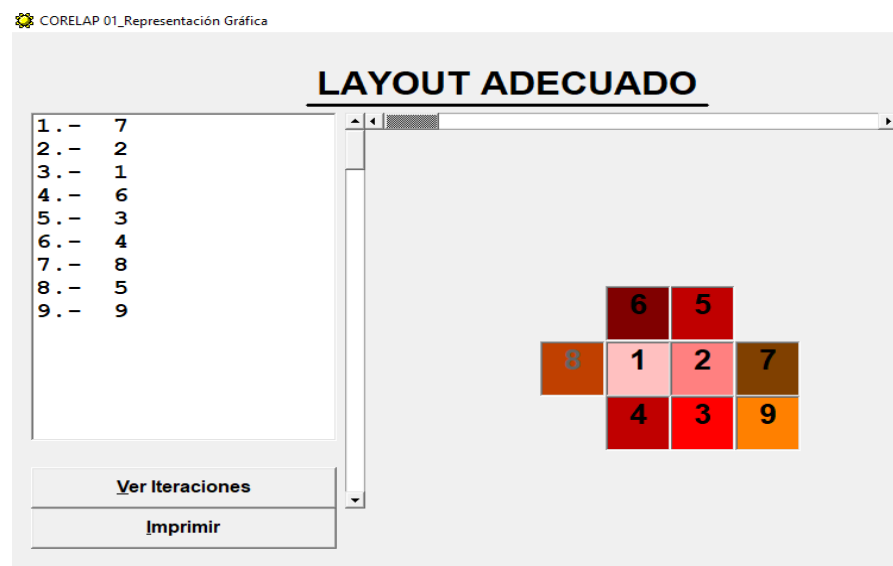
Superficie Disponible:

**Figura 60:** Presentación de resultados del software CORELAP 01

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

**FUENTE:** Software CORELAP 01

Continuando con la programación se procede a dar clic en el botón solución gráfica y nos despliega la nueva distribución de planta que se visualiza en la figura 60 con la valoración de importancia de cada uno de los departamentos.



**Figura 61:** Representación gráfica” del software CORELAP 01

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

**FUENTE:** Software CORELAP 01

### 5.4.7.- FlexSim

Es un software utilizado para realizar simulaciones en 3D más potente, capaz y fácil de usar, con este software procederemos a realizar una simulación de nuestra propuesta de distribución de planta que nos permite modelar y mejorar los sistemas existentes y propuestos.

### 5.4.7.- Simulación En FlexSim

Como primer punto se procede a abrir el software, en el momento que este abierto se da clic en nuevo para realizar una simulación se procede a dar ok en la parte que se visualiza el operario y procedemos a arrastrar las diferentes maquinarias que se va utilizar y dar una conexión de acuerdo al recorrido que se vaya realizar a su vez se agrega los operarios que van a realizar el trabajo del corte de tableros en los tiempos propuestos.

### 5.4.7.- Simulación de la distribución propuesta

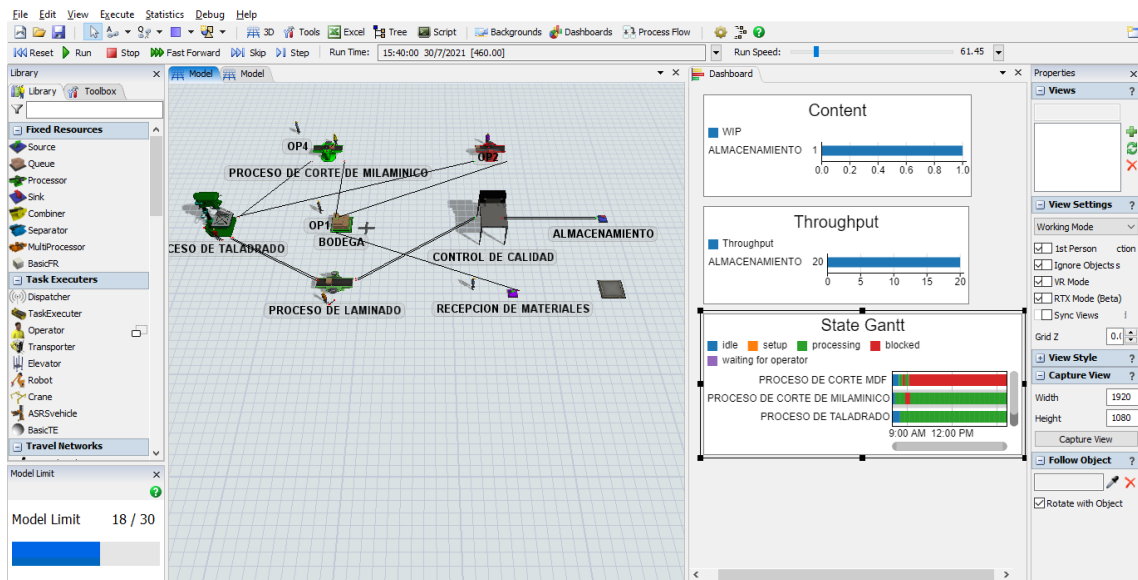


Figura. 62: Simulación de propuesta

### 5.4.8.- Propuesta económica:

A partir de la propuesta de distribución de fábrica planteada y explicada, se procede a realizar un cronograma del plan de trabajo de la distribución, expuesto en el anexo anterior, en el que especifica cada una de las actividades y se concluye que el tiempo predestinado para este proyecto es de 15 días. Se procede a realizar evaluación económica, que con la creación del presupuesto y cronograma para su respectiva ejecución. Para la construcción de ellos, se tiene en cuenta que el proceso de remodelación se dividió en cuatro grupos para poder especificar todas las acciones. En primer lugar, están las actividades preliminares que consisten en el reconocimiento del terreno, para lo cual es necesario trasladar la maquinaria en su totalidad, materia prima y producto terminado.

Se planea que los operarios se envíen a vacaciones por los quince días estipulados por ley. Para esta actividad se estipulo el siguiente presupuesto:

**Tabla 34:** Presupuesto de actividades preliminares

<b>Actividades preliminares</b>		
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Replanteo	1	\$900
Camión	1	\$850
Remodelación de planta	1	\$1.500
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>\$3.250</b>

En segundo lugar, al cambiar la posición de la maquinaria, es necesario realizar adecuaciones en la red eléctrica en el lugar de producción con el fin de instalar nuevas conexiones que permitan su funcionamiento, para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes recursos:

**Tabla 33:** Presupuesto de instalaciones eléctricas

<b>Instalaciones Eléctricas</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Días</b>	<b>Valor total</b>
Electricista	1	\$70	5	\$350
Ayudante	1	\$30	5	\$150
Cable	5	\$60		\$300
Toma corriente trifásica	15	\$8		\$120
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>\$920</b>

En tercer lugar, se procede a realizar el proceso de pintura total, tanto del área de producción como del área administrativa y de la fachada. También se planea realizar la marcación propuesta y expuesta en la ilustración. Para esta actividad se realizó el siguiente presupuesto:

**Tabla 34:** Presupuesto de los acabados

<b>Acabados</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Días</b>	<b>Valor total</b>
Maestro de obra	2	\$40	15	\$1.200
Ayudante	2	\$20	15	\$600
Alquiler de andamio	2	\$15	5	\$150
Galón de pintura para piso	2	\$12		\$24
Cinta de marcación x 33 metros	1	\$20		\$20
Ripio	1	\$50		\$50
Arena	1	\$50		\$50
Cemento	6	\$8		\$48
Cuadrilla de aseo	1	\$40		\$40
Varios	1	\$200		\$200
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>\$2.382</b>

Y, en cuarto lugar, y para finalizar el proceso, se debe realizar el montaje total del área de producción. En este se especifica el alquiler de un montacargas, el cual se utilizará tanto en la parte inicial como final del proyecto. Asimismo, esta será utilizada en la microempresa para la carga, ubicación y almacenamiento del producto terminado.

**Tabla 35:** Presupuesto de montaje

<b>Montaje</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Días</b>	<b>Valor total</b>
Montacargas	1	\$30	5	\$150
Repisas	1	\$30		\$30
Señaléticas	5	\$60		\$300
Botequín de primeros auxilios	1	\$100		\$100
Material de aseo	1	\$60		\$60
EPP	7	\$150		\$1.050
Toma corriente trifásica	15	\$8		\$120
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>\$1.810</b>

En total, la propuesta de distribución tiene un valor de \$8362. Dado el valor del proyecto, los socios consideran que debe ser financiado con un préstamo bancario que cubra el 35,88% de la totalidad del mismo, como se especifica a continuación:


Tabla 36 Financiación del proyecto.

**Tabla 36:** Presupuesto de financiamiento de proyecto.

INVERSION INICIAL	\$8.362	Valor a financiar  \$6.000
FINANCIACION POR SOCIOS	\$3.000	
% A Financiar	35,88%	
Valor Financiado	\$5.362	
Plazo Años	3	
Tasa Anual	10%	
Cuota	1983,94	

En la tabla número 36 se puede observar el cálculo de la cuota anual de \$1983,94 a un plazo máximo de 3 años y en la tabla siguiente, que se muestra a continuación, se procede a realizar la amortización de este préstamo.

**Tabla 37:** Amortización del préstamo



*Detalle Simulación de Crédito*

<b>Tipo Destino</b>	PYME Capital de Trabajo	<b>Tasa Nominal(%)</b>	9.76
<b>Sector Económico</b>	N/A	<b>Tasa Efectiva(%)</b>	9.76
<b>Facilidad</b>	Pequeña y Mediana Empresa	<b>Monto(USD)</b>	6,000.00
<b>Tipo Amortización</b>	Cuota Decreciente	<b>Plazo(Años)</b>	3
<b>Forma de Pago</b>	Anual	<b>Fecha Simulación</b>	2021-07-27

**Recuerda:** Esta información es una simulación de crédito que permite familiarizarse con nuestro sistema. No tiene validez como documento legal o como solicitud de crédito.

Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
0	6000.00			
1	4000.00	2000.00	585.60	2585.60
2	2000.00	2000.00	390.40	2390.40
3	0.00	2000.00	195.20	2195.20

Posteriormente y a partir del balance general del año 2021 de la microempresa HERRAJES Y TABLEROS PILATASIG, suministrado por el departamento de producción, se debe realizar la proyección de los siguientes cinco años.

En la tabla número 37 se puede evidenciar resaltado en amarillo la amortización del préstamo anual y sus respectivos intereses.

**Tabla 37:** Flujo de caja proyectada para los próximos 5 años.

DESCRIPCIÓN	0	2021	2022	2023	2024	2025
INVERSION TOTAL	\$6.000,00					
INGRESOS POR VENTAS		\$199.840,14	\$203.836,94	\$207.913,68	\$212.071,95	\$216.313,39
RECUPERACION DE INVERSION		-\$6.000,00	\$90.629,80	\$165.761,75	\$224.823,49	\$271.886,83
(-) COSTOS DE PRODUCCIÓN		\$42.433,69	\$42.433,69	\$42.433,69	\$42.433,69	\$42.433,69
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		<b>\$151.406,45</b>	<b>\$252.033,05</b>	<b>\$331.241,74</b>	<b>\$394.461,75</b>	<b>\$445.766,54</b>
(-) COSTOS ADMINISTRATIVOS		\$21.180,00	\$21.603,60	\$22.035,67	\$22.476,39	\$22.925,91
(-) COSTOS FINANCIEROS		\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00
(-) COSTOS DE VENTAS		\$1.354,00	\$1.381,08	\$1.408,70	\$1.436,88	\$1.465,61
(+) DEPRECIACIÓN		\$10.967,29	\$10.967,29	\$10.967,29	\$10.967,29	\$10.967,29
(+) AMORTIZACIÓN		\$1.000,00	\$1.000,00	\$1.000,00	\$1.000,00	\$1.000,00
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>		<b>\$120.839,74</b>	<b>\$221.015,66</b>	<b>\$299.764,65</b>	<b>\$362.515,78</b>	<b>\$413.342,30</b>
(-) IMPUESTO A LA UTILIDAD		\$30.209,93	\$55.253,92	\$74.941,16	\$90.628,94	\$103.335,57
UTILIDAD NETA		\$90.629,80	\$165.761,75	\$224.823,49	\$271.886,83	\$310.006,72

FLUJOS ACTUALIZADOS	-\$6.000,00	\$79.041,07	\$126.080,47	\$171.003,57	\$157.295,09	\$156.415,53
---------------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

VAN =	\$661.969,68
TIR =	6,87%
TASA INTERNA DE OPORTUNIDAD	14,66%

Finalmente, se realiza el cálculo de los indicadores, VNP, TIR Y TIO con el fin del evaluar la viabilidad del proyecto a partir de la siguiente tabla 37, en el que se expresa en el año 0 el valor del proyecto o inversión y el total del flujo de caja de los cinco años proyectados.

#### **5.4.9.- Respuesta referente a la Hipótesis:**

Mediante los resultados obtenidos del presente proyecto de investigación con el Tema: Estandarización del proceso de corte de tableros para el mejoramiento de su línea de producción, caso de estudio microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig. se ha cumplido con éxito objetar a la Hipótesis planteada de igual manera logrando el alcance exitoso de cada objetivo planteado.

El presente proyecto muestra que tan importante es la aplicación del método de estudio del trabajo dentro del campo laboral, ya que a la vez se ha evidenciado con datos y valores evaluados reales dentro del área de corte brindando como también el apoyo a la microempresa en el control y gestión del talento humano

#### **5.6.- Impacto (técnico, social, ambiental o económico)**

##### **5.6.1.- Impacto Técnico**

Mediante el presente proyecto se constata las distintas herramientas utilizadas en el proyecto de investigación ya que fueron parte de la propuesta y medios de verificación de los resultados obtenidos del estudio realizado dentro de la microempresa de Herrajes y Tableros Pilatasig, como también brindando a la organización un gran aporte técnico donde se facilitará el sistema de gestión y control del talento humano.

##### **5.6.2.- Diagrama de flujo**

En el área de producción de corte conjuntamente con la línea de laminado, ajuste se ha actualizado la secuencia de los procesos de corte dando como resultado a un diagrama de flujo donde se representa las entradas y salidas de las unidades, así como también las estaciones con sus operaciones generales y estaciones de espera, de esta manera se ha brindado a la microempresa de Herrajes y Tableros Pilatasig un gran aporte como apoyo para la identificación e información de la distribución de las estaciones dentro del área en general.

##### **5.6.3.- Impacto Social**

En el presente proyecto mediante los resultados determinados se ha generado un impacto social positivo para la sociedad de la microempresa de Herrajes y Tableros Pilatasig ya que al contar con una línea de producción con procesos y estaciones estandarizados se conoce a

cabalidad la capacidad necesaria para aumentar la producción como también su recurso de mano de obra, generando un buen equilibrio dentro de la microempresa.

#### 5.6.4.- Impacto Ambiental

En el presente proyecto no se ha valorado ningún acontecimiento referente al impacto ambiental por lo que no se muestra evidencia alguna.

#### 5.6.5.- Impacto Económico

El análisis de la propuesta presenta un gran aporte como impacto económico, puesto que gracias a la determinación de la disponibilidad del recurso de mano de obra se optimiza el costo de producción dejando como alternativas positivamente beneficiosas como se detalla en la Tabla 26 y 27, de las cuales las alternativas es, si se mantiene las unidades planificadas de 25 unidades diarias se reduce un operario en la línea, pero si se mantiene los 7 operarios dentro de la línea se sumarían 2 unidades más a lo planificado.

**Tabla 35:** Impacto económico

Detalle	Nº Operarios	Costo MO/mes	Total/mes	Total/año
Actual	7	\$400	\$2800	\$33600
Mejorado	6	\$400	\$2400	\$28800

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

**Tabla 36:** Costo de mano de obra

Detalle	Costo MO/mes	Costo diario	Costo/u (25unid.)	Costo/u (30unid.)
Actual	\$2800	\$140	\$5,37	\$4,47
Mejorado	\$2400	\$120	\$4,60	\$3,84

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

$$C.M1 = \frac{2800 \frac{\$}{mes}}{20 \frac{dias}{mes}} = \frac{140 \frac{\$}{dia}}{8 \frac{hora}{dia}} = 17,5 \frac{\$}{hora} * 7,67 \frac{hora}{dia} = \frac{134,23 \frac{\$}{dia}}{25 \frac{Unid}{dia}} \quad (21)$$

$$= 5,37 \frac{\$}{Unid}$$

$$C.M1 = \frac{2400 \frac{\$}{mes}}{20 \frac{dias}{mes}} = \frac{120 \frac{\$}{dia}}{8 \frac{hora}{dia}} = 15 \frac{\$}{hora} * 7,67 \frac{hora}{dia} = \frac{115,05 \frac{\$}{dia}}{25 \frac{Unid}{dia}} = 4,60 \frac{\$}{Unid}$$

$$C.M2 = \frac{2800 \frac{\$}{mes}}{20 \frac{dias}{mes}} = \frac{140 \frac{\$}{dia}}{8 \frac{hora}{dia}} = 17,5 \frac{\$}{hora} * 7,67 \frac{hora}{dia} = \frac{134,23 \frac{\$}{dia}}{30 \frac{Unid}{dia}} = 4,47 \frac{\$}{Unid}$$

$$.M1 = \frac{2400 \frac{\$}{mes}}{20 \frac{dias}{mes}} = \frac{120 \frac{\$}{dia}}{8 \frac{hora}{dia}} = 15 \frac{\$}{hora} * 7,67 \frac{hora}{dia} = \frac{115,05 \frac{\$}{dia}}{30 \frac{Unid}{dia}} = 3,84 \frac{\$}{Unid}$$

C

### 5.7.- presupuesto para la propuesta del proyecto

La estimación del costo de un Ingeniero Industrial recién egresado para la microempresa privada Errajes y Tableros Pilatasig es de 450 \$/mes.

Sueldo mensual = 450 \$/mes

# De investigadores = 2

Tiempo consumido = 3 meses

Costo Total = 2700 \$

**Tabla 37:** Presupuesto del Proyecto de Investigación

Días laborables/semana	Semanas/3meses	Total días
5,5	12	66

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

El costo total al día será la relación del valor por los 3 meses en función de los 60 días:

$$\text{Costo Diario} = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Total Dias}} \quad (22)$$

$$\text{Costo Diario} = \frac{\$2700}{66 \text{ Dias}}$$

$$\text{Costo Diario} = 40,909 \frac{\$}{\text{Dias}}$$

**Tabla 38:** Presupuesto del Proyecto de Investigación

Días laborables cumplidas/semana	Semanas/3meses	Total días
5	12	60

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

El valor del presupuesto se obtiene en relación del valor \$/diario por el total de días cumplidos de las cuales se obtiene:

$$\text{Presupuesto Estimado} = \text{Costo Diario} * \text{Total de Dias cumplidas} \quad (23)$$

$$\text{Presupuesto Estimado} = 40,909 \frac{\$}{\text{dias}} * 60 \text{ dias}$$

$$\text{Presupuesto Estimado} = \$ 2454,54$$



## **6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- El estudio de tiempos y movimientos dentro de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, en el proceso de corte, permite establecer un tiempo estándar de 00:33:31:2 para el corte de los tableros mejorando su línea de producción y aumento en el corte de tableros.
- La recopilación de los tiempos y movimientos de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, en donde se determina que el procedimiento con mayor demanda de tiempo, es en el Diseño del plano, con un tiempo de 00:07:28:2
- En la actualidad la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig corta 8 tableros diarios en un tiempo de 57 minutos con 29 segundos y 1 decima, con la propuesta de estandarización se corta 14 tableros diarios a un tiempo de 33:31:2, con la propuesta de la distribución se pretende llegar con tiempos estimados a cortar 20 tableros diarios en un tiempo de 24:36.
- Para la distribución de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig se requiere de 7117 dólares con 20 centavos americanos donde los inversionistas iniciales aportaran con 3000 dólares para la distribución de planta dentro de la microempresa.

### **6.2 RECOMENDACIONES**

- La microempresa debe mejorar la distribución de la planta para la reducción tiempos y movimientos en el recorrido que se emplean entre procedimientos para la optimización del proceso de corte propuesto, para contar con un tiempo estimado de 00:33:31:2, proporcionado una optimización en el tiempo de 50% en el corte de los tableros.
- En la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig, es necesario que se establezca, un programa de capacitación constante que se enfoque en los tiempos y movimientos para cada puesto de trabajo. Por medio de esta actividad se optimizará el proceso de corte de los tableros.
- Los empleados deben conocer las actividades a desempeñar en cada puesto de trabajo en proceso de corte de los tableros, por lo que es necesario socializar las nuevas actividades con los tiempos establecidos, con el estudio para la optimización del proceso de cortes de la microempresa Herrajes y Tableros Pilatasig.
- Desde un punto de vista productivo el área de corte presenta una secuencia coordinada de las operaciones, de la cual se recomienda realizar constantemente la actualización del flujo de los procesos con el fin de reducir los tiempos de las operaciones y o

actividades innecesarias que consumen el tiempo disponible como recurso sobre toda el área de cortes de los tableros.

- Realizar rotación de trabajo entre operadores, con el objetivo de entrenar al recurso humano ante posible no conformidad o ausencia de personal en la línea como también la identificación de destrezas nuevas ante una estación diferente.
- Realizar una distribución de estanterías por estación de trabajo para reducir las distancias recorridas por el operario como los tiempos que se van consumiendo por las distancias extendidas entre sí, de esta manera optimizando el tiempo total estándar del área con el fin de entrar en el Takt time establecido.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- [1 B. Charles, «wikipedia.org,» 9 ABRIL 2021. [En línea]. Available:  
] [https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_industrial).
- [2 B. S. López, «www.ingenieriaindustrialonline.com,» 12 Agosto 2019. [En línea].  
] Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/conceptos-generales/que-es-ingenieria-industrial/>.
- [3 A. Luz, «www.virtualpro.co,» 09 Junio 2018. [En línea]. Available:  
] <https://www.virtualpro.co/revista/ingenieria-de-metodos/4>.
- [4 D. Lobos, «micarrerauniversitaria.com,» 22 Octubre 2019. [En línea]. Available:  
] <https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingenieria-de-metodos/>.
- [5 N. Benjamin, «www.ecured.cu,» 12 Enero 2012. [En línea]. Available:  
] [https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_m%C3%A9todos](https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa_de_m%C3%A9todos).
- [6 F. Foll, «economipedia.com,» 08 Abril 2017. [En línea]. Available:  
] <https://economipedia.com/definiciones/estandarizacion.html>.
- [7 Valencia, «www.liderdelemprendimiento.com,» 28 Julio 2007. [En línea]. Available:  
] <https://www.liderdelemprendimiento.com/calidad-y-productividad/estandarizacion/>.
- [8 Noriega, «www.geoidep.gob.pe,» 25 Enero 2016. [En línea]. Available:  
] <https://www.geoidep.gob.pe/conoce-las-ides/estandares/que-son-los-estandares>.
- [9 S. Arturo, «wordpress.com,» 10 Agosto 2016. [En línea]. Available:  
] <https://metodoevaluacion.wordpress.com/defin-estandar/>.
- [1 Freivalds, «www.lider,» 12 Agosto 2012. [En línea]. Available:  
0] <https://www.liderdelemprendimiento.com/calidad-y-productividad/estandarizacion/>.
- [1 A. Loor, «online.com,» 02 Febrero 2017. [En línea]. Available:  
1] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/>.
- [1 A. Lara, «blog.conductuempresa.com,» 23 Agosto 2014. [En línea]. Available:  
2] <https://blog.conductuempresa.com/2011/06/que-es-el-estudio-del-trabajo.html>.
- [1 J. d. I. Cruz, «blog.conductuempresa.com,» 17 Abril 2018. [En línea]. Available:  
3] <https://blog.conductuempresa.com/2011/06/que-es-el-estudio-del-trabajo.html>.
- [1 A. Loan, «www.gestion.org,» 23 Abril 2011. [En línea]. Available:  
4] <https://www.gestion.org/la-medicion-del-trabajo/>.
- [1 N. Loachan, «www.gestion.org,» 21 Enero 2017. [En línea]. Available:  
5] <https://www.gestion.org/la-medicion-del-trabajo/>.
- [1 L. Groover, «lawebdelingenieroiindustrial.blogspot.com,» 22 Abril 2011. [En línea].  
6] Available: <http://lawebdelingenieroiindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>.
- [1 Niebel, «adingor.es,» 23 Junio 2008. [En línea]. Available:  
7] [http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/WORK\\_ORGANIZATION\\_AND\\_HUMAN\\_RESOURCES\\_MANAGEMENT/2005-2013.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/WORK_ORGANIZATION_AND_HUMAN_RESOURCES_MANAGEMENT/2005-2013.pdf).
- [1 Benjamin, «definicion.mx,» 07 Junio 2017. [En línea]. Available:  
8] <https://definicion.mx/proceso/>.
- [1 Palacios, «es.slideshare.net,» 26 Enero 2017. [En línea]. Available:  
9] <https://es.slideshare.net/potes98/4110-procesos-productivos>.
- [2 J. Bellows, «es.wikipedia.org,» 17 Febrero 2011. [En línea]. Available:  
0] [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_flujo](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo).

- [2 S. d. l. F. Pública, «concepto.de,» 10 Octubre 2011. [En línea]. Available:  
1] <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>.
- [2 Taylor, «forestenergy.org,» 24 Julio 2015. [En línea]. Available:  
2] [http://forestenergy.org/observer:get\\_page/observer/action/details/itemid/113?PHPSESSID=5157c9d7f7bbbb319764c33e4a28112b&viewportheight=933&viewportwidth=1887](http://forestenergy.org/observer:get_page/observer/action/details/itemid/113?PHPSESSID=5157c9d7f7bbbb319764c33e4a28112b&viewportheight=933&viewportwidth=1887).
- [2 B. Niebel y Freivalds, «www.academia.edu,» 12 Enero 2012. [En línea]. Available:  
3] [https://www.academia.edu/35828707/INGENIER%C3%8DA\\_DE\\_M%C3%89TODOS](https://www.academia.edu/35828707/INGENIER%C3%8DA_DE_M%C3%89TODOS).
- [2 A. V. Ramon, «Mejora Coninua,» La Victoria/Tamaulipas, 2014.  
4]
- [2 A. Münch, áreas funcionales y desarrollo emprendedor, Primera edición ed., vol. DOS, p.  
5] a. Escuelas, Ed., Mexico, Mexico: Editorial Pearson, 2007, pp. 75-76.
- [2 A. Gardey, «definicion.de,» 15 Enero 2019. [En línea]. Available:  
6] <https://definicion.de/estandarizacion/>.
- [2 Niebel, «definicion.de,» 17 Julio 2014. [En línea]. Available:  
7] <https://definicion.de/estandar/>.
- [2 B. W. Niebel, «sites.google.com,» 13 Abril 2001. [En línea]. Available:  
8] <https://sites.google.com/site/dannyglpz98/home/ygbybijh>.
- [2 Holzer, «Dimensiones de la Maquina,» Alemania, 2018.  
9]
- [3 A. Freivalds, «www.heflo.com,» 01 Agosto 2015. [En línea]. Available:  
0] <https://www.heflo.com/es/definiciones/disenio-de-procesos/>.
- [3 R. Ballou, 2004. [En línea]. Available:  
1] [https://www.academia.edu/16236982/Logistica\\_Administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_Edicion\\_Ronald\\_H\\_Ballou](https://www.academia.edu/16236982/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_Ronald_H_Ballou). [Último acceso: 31 05 2021].
- [3 Banco de Desarrollo Interamericano, [En línea]. Available: <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-del-bid/financiamiento-del-bid%2C6028.html>. [Último acceso: 31 05 2021].
- [3 Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2017. [En línea]. Available:  
3] <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2017/09/industrialogistica.pdf>. [Último acceso: 31 05 2021].
- [3 Valladares, «www.aiteco.com,» 28 Agosto 2015. [En línea]. Available:  
4] <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>.
- [3 Cardenas, «www.ceupe.com,» 31 Octubre 2017. [En línea]. Available:  
5] <https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-flujos-de-materiales.html>.
- [3 Castro, «dspace.ups.edu.ec,» 13 Febrero 2012. [En línea]. Available:  
6] <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1618>.
- [3 J. Perez, «www.ingenieriaindustrialonline.com,» 23 Agosto 2019. [En línea]. Available:  
7] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>.

## 8.- ANEXO

### Anexo A: Toma de Dimensiones de la Maquina



**Figura. 63:** Toma de dimensiones de Maquinaria

### Anexo B: Inspección de la maquina



**Figura. 64:** Inspección de la máquina.

## Anexo C: Toma de Tiempos



**Figura. 65:** Toma de tiempos.

## Anexo D: Encuesta

### Banco de preguntas

1) ¿El ritmo de trabajo que realiza es?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Lento		
Medio		
Rápido		
<b>TOTAL</b>		

2) ¿Durante su jornada de trabajo tiene el tiempo suficiente para descansar?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI		
NO		
A Veces		
<b>TOTAL</b>		

3) ¿Ha tenido capacitaciones en el manejo de máquinas y utilización de herramientas para realizar su trabajo?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI		
NO		
<b>TOTAL</b>		

4) ¿La distancia recorrida para obtener los materiales para el proceso de corte de tableros es?

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Corta		
Larga		
Muy Larga		
<b>TOTAL</b>		

5) ¿Considera que para realizar el trabajo más rápido se debe mejorar los métodos de trabajo?

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI		
NO		
<b>TOTAL</b>		

6) ¿Las herramientas y maquinaria para la realización del trabajo son las adecuadas?

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI		
NO		
<b>TOTAL</b>		

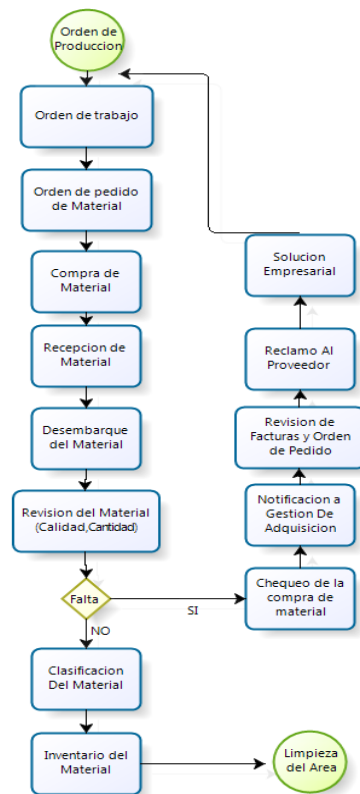
7) ¿En qué parte del proceso se tiene más dificultades o pérdidas de tiempo?

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Laminado		
Sellado		
Corte		
Almacenado		
Diseño		
<b>TOTAL</b>		



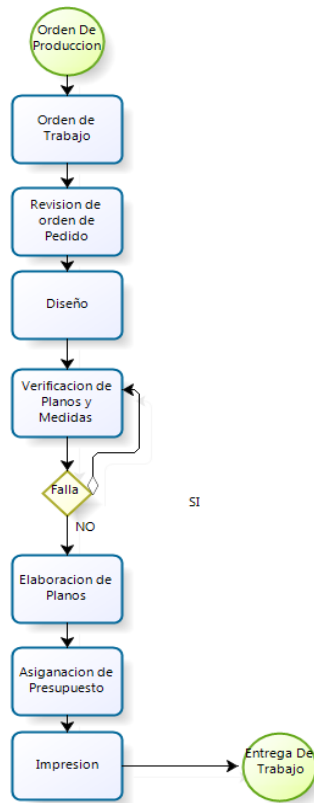
## Anexo E: Diagramas De Flujo

### E.1 Área De Almacenamiento



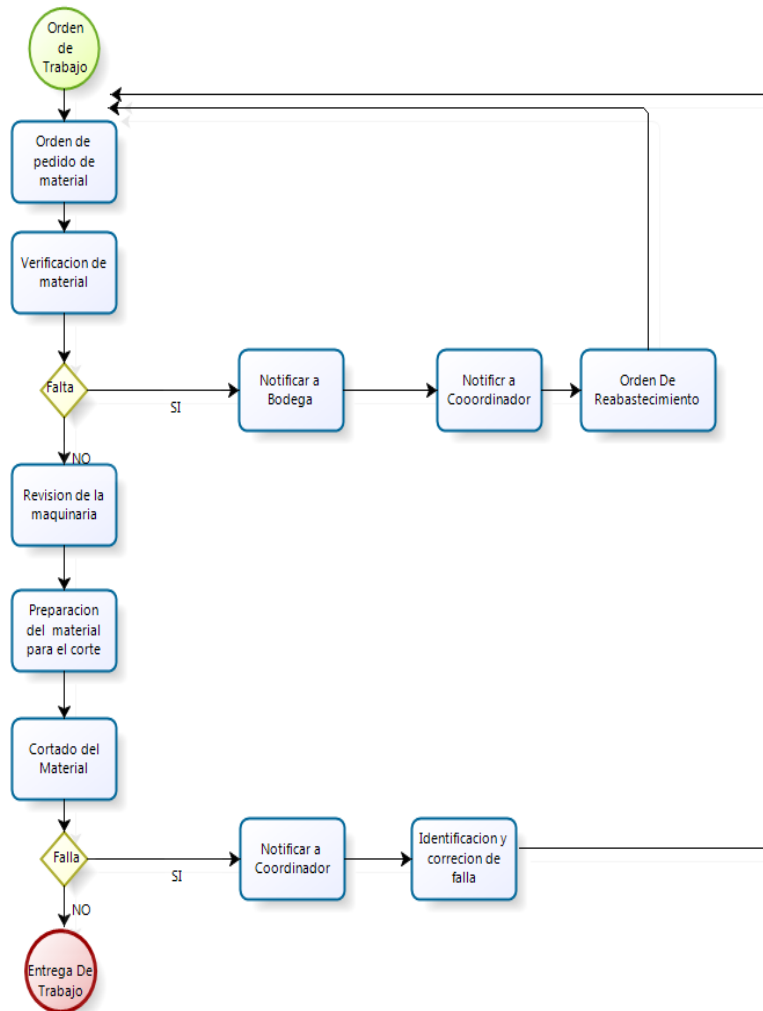
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

## E.2. Área De Diseño



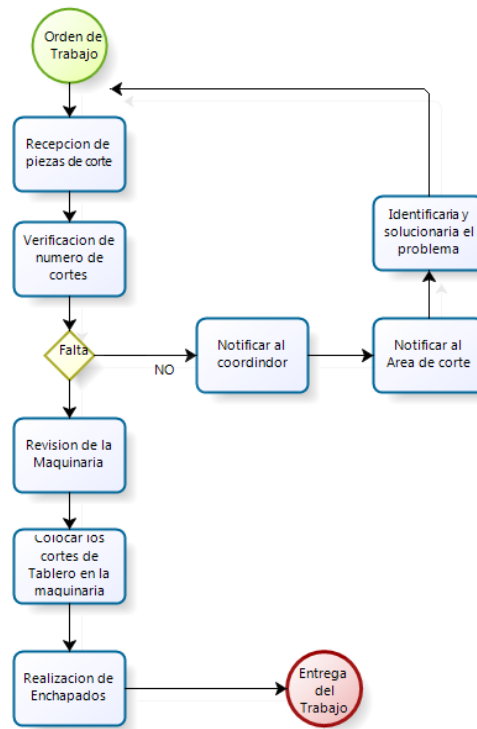
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

### E.3 Área De Corte



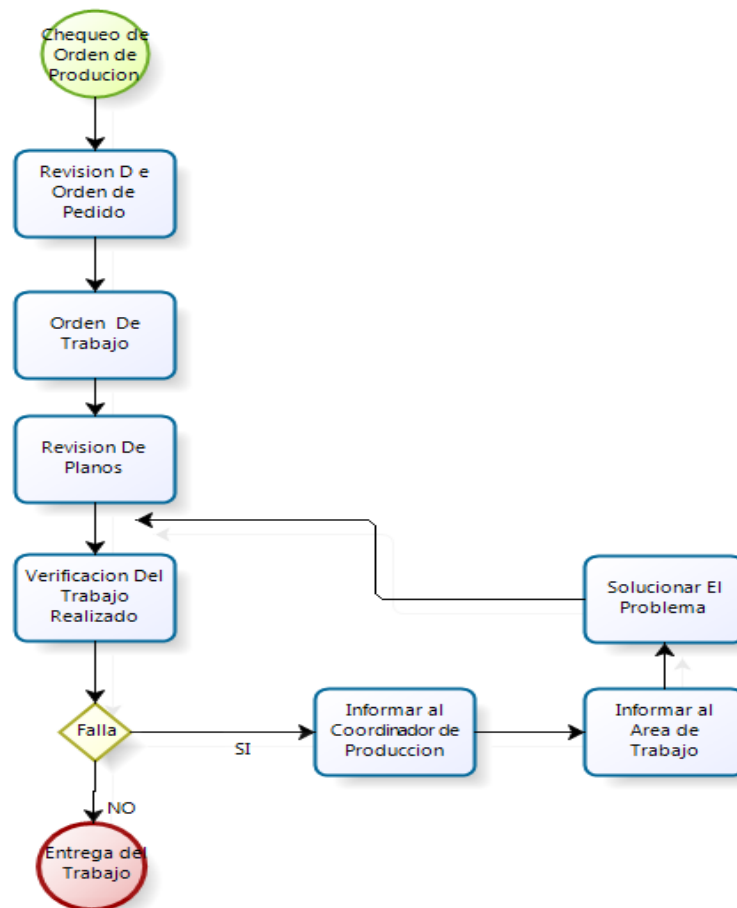
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

## E.4 Área Acabados



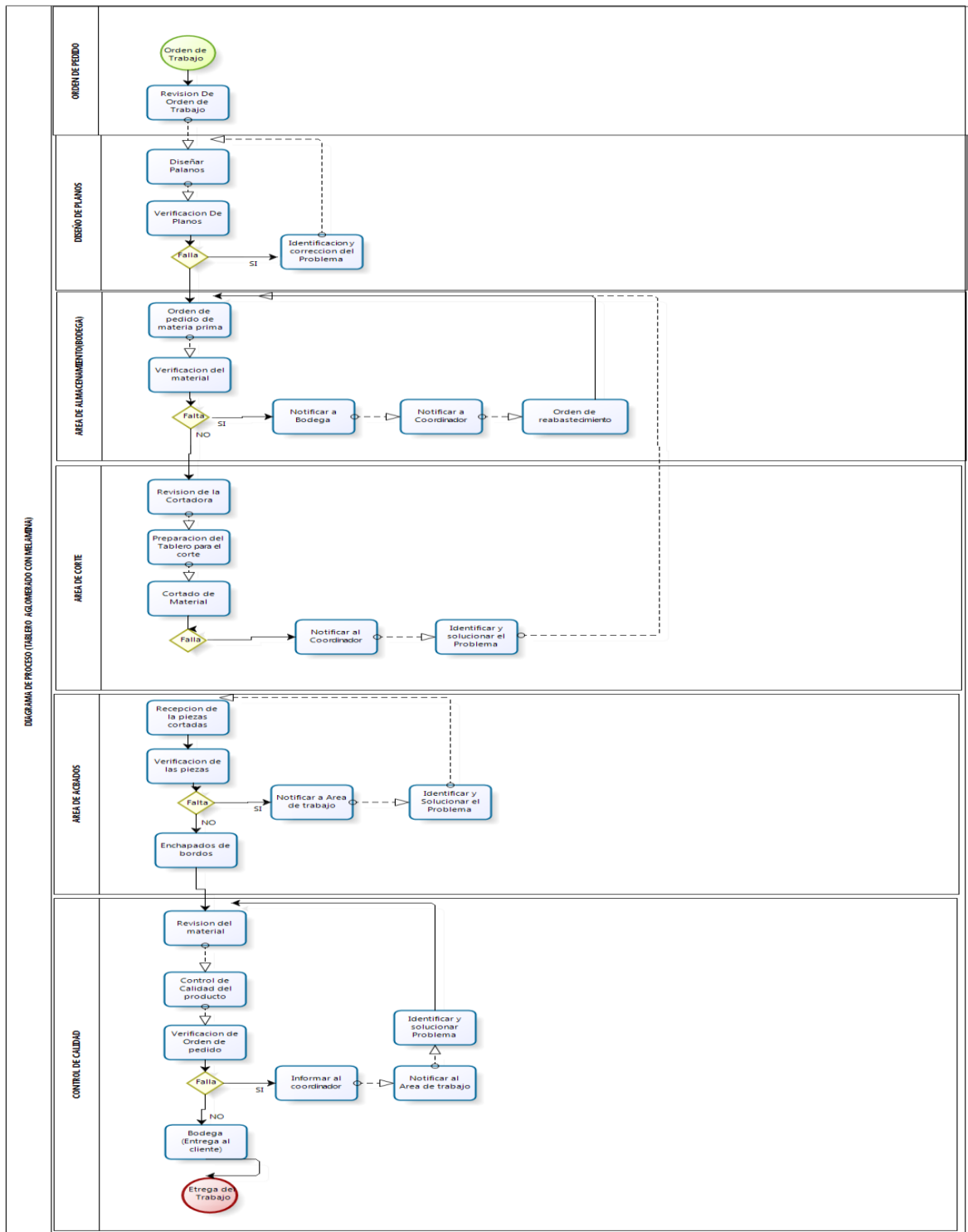
**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

## E.5 Área De Control De Calidad



**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

## Anexo F. Diagrama De Procesos



Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

## Anexo G. Diagrama Analítico De Procesos Actual

Cursograma analítico de Proceso									
Fecha de elaboración:	Diagrama N°:	1	Operario/Material/Maquina						
Fecha de revisión:	Hoja N°:	1	Resumen						
Este proceso consiste en el corte de tableros aglomerado melaminico blanco			Actividad	Actual	Propuesto				
Operación analizada:			Operaciones ○	8					
			Transporte □	3					
Metodo: Actual			Demoras D	2					
Lugar: Quito-Calderon			Inspecciones □	4					
Operarios: 7			Almacenajes ▽						
Elaborado por: German Pilatasig ,Lourdes Rivera			Tiempo	78,86					
Revisado por:			Distancia						
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
				○	□	D	□	▽	
Diseño de planos	1	9,53							Lo que el cliente solicite
Revisión de planos									
Recepción de la materia prima		5,63							Registro del material recibido
Transporte de la materia prima a la cortadora		2							
Encender la maquinaria									
Colocar tablero para el corte de acuerdo a las dimensiones									
Cortar el tablero		19,53							
Verificar los cortes									
Transportar los tableros para sus acabados o laminado de		18,75							
Recepción de tableros cortados									
Verificación de los tableros									
Encender maquinaria									por la temperatura que es 120
Colocar los cortes del tablero									
Realizar los acabados									
Transporte de los tableros		14,18							
Revisión de tableros		5,18							
Entrega de los tableros		9,18							
<b>Total</b>		<b>84,04</b>							

Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

## Anexo H. Diagrama Analítico De Procesos Mejorado

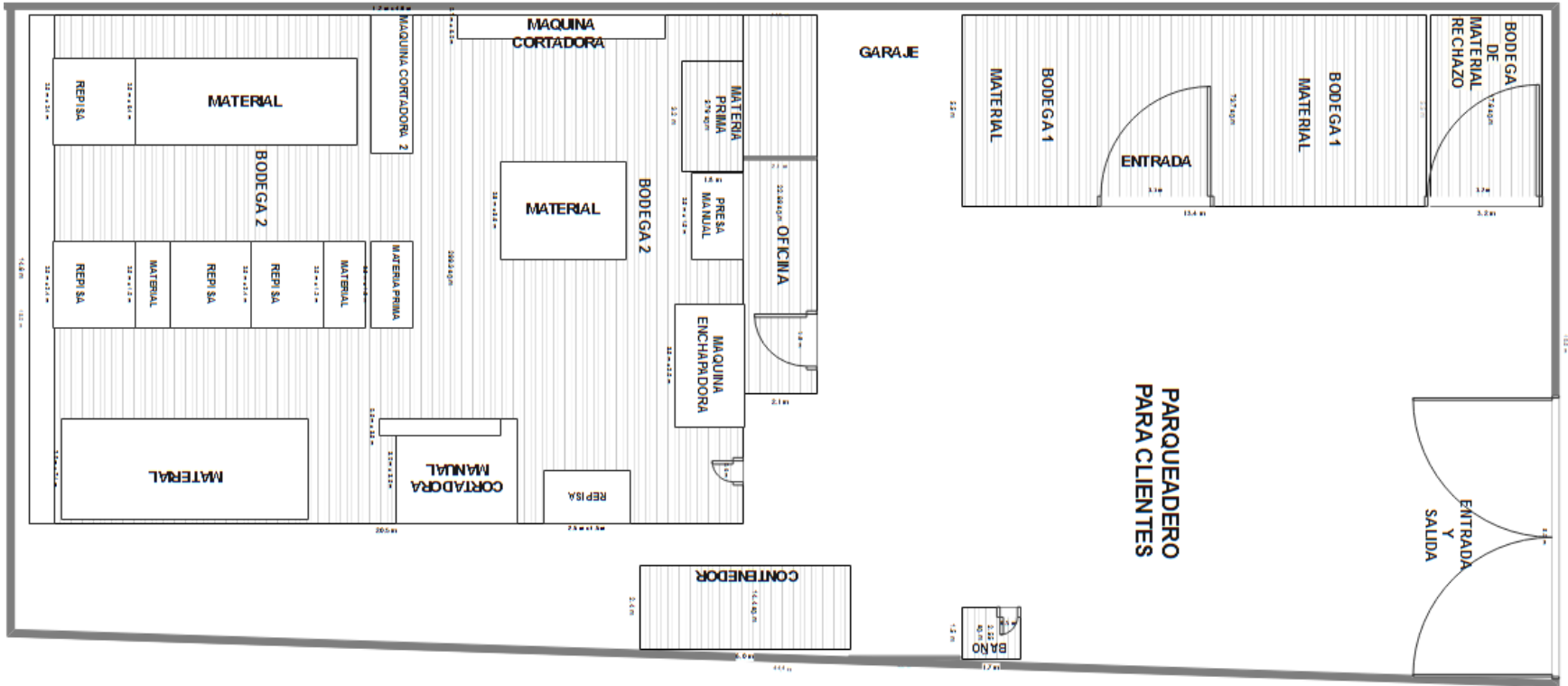
	Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	◁	▽	
1	Diseño de planos		7,47		●					Lo que el cliente solicite
2	Revisión de planos		2,08			●				
3	Recepción de la materia prima		4,15							Registro del material recibido
4	Transporte de la materia prima a la cortadora		2,87							
5	Encender la maquinaria		0,53		●					
6	Colocar tablero para el corte de acuerdo a las dimensiones solicitadas		1,25		●					
7	Cortar el tablero		0,62							
8	Verificar los cortes		1,58			●				
9	Transportar los tableros para sus acabados o laminado de cantos		1,81							
10	Recepción de tableros cortados		2,54		●					
11	Verificación de los tableros		1,25			●				
12	Encender maquinaria		0,35		●					controlar la temperatura que es 120 grados
13	Colocar los cortes del tablero		1,7							
14	Realizar los acabados		1,31		●					
15	Transporte de los tableros		1,47							
16	Revisión de tableros		1,17			●				
17	Entrega de los tableros		1,37		●					
<b>Total</b>			<b>33,520</b>							

**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes



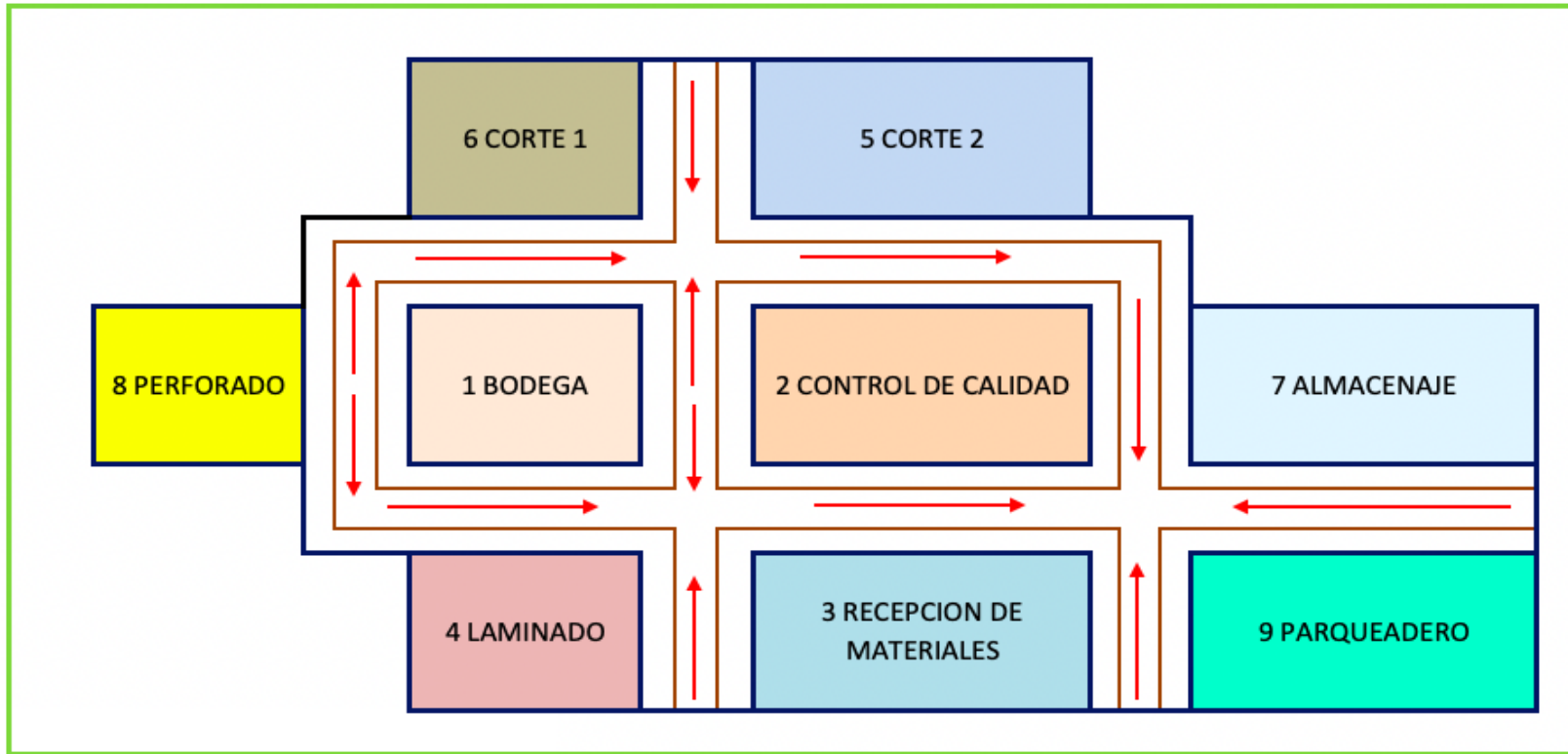


# Anexo J. Layout Propuesto



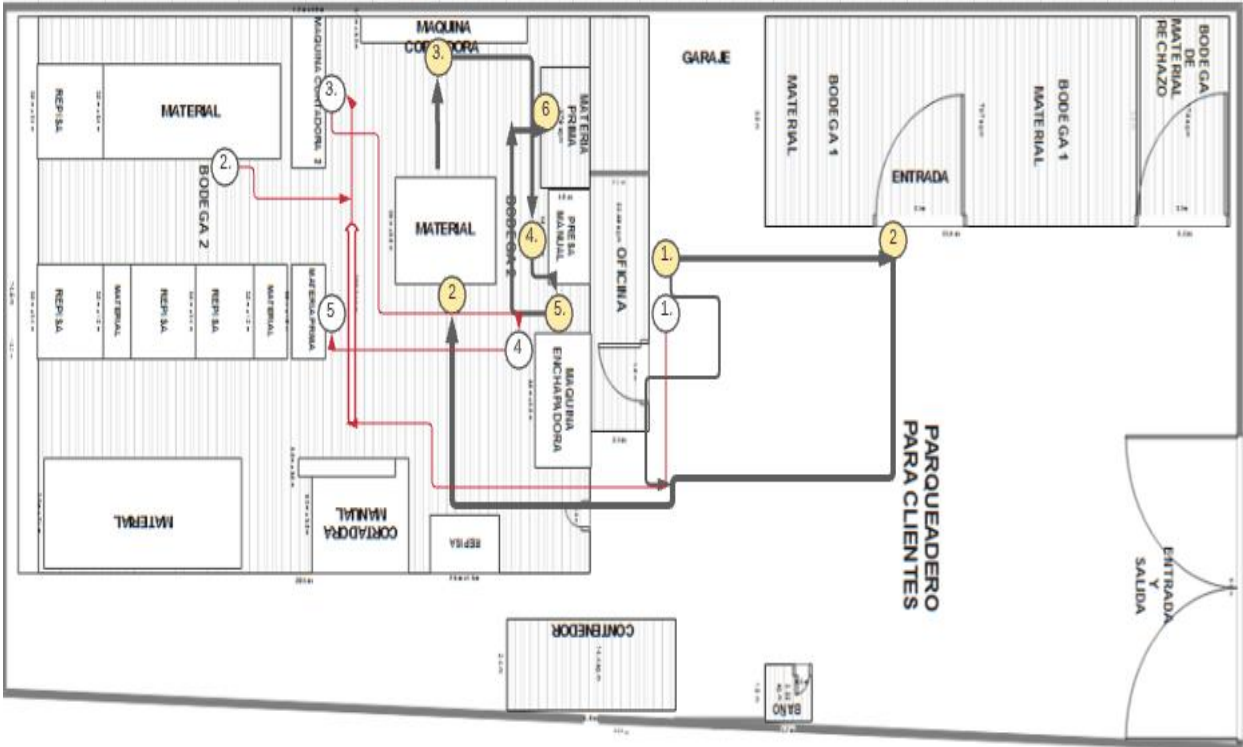
Elaborado por: Pilatasig German, Rivera Lourdes

**Anexo K. Layout Mejorado Con La Redistribución**



**Elaborado por:** Pilatasig German, Rivera Lourdes

Anexo L. Diagrama De Recorrido



Elaborado por: Pilatig German, Rivera Lourdes